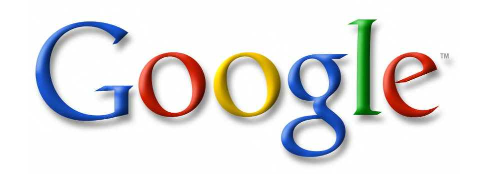








Die
Drahtseilbahnen

Ihr Aufbau und ihre Verwendung

Von

Dipl.-Ing. P. Stephan
Regierungs-Baumeister

Zweite, umgearbeitete Auflage

Mit 286 Textfiguren



Berlin
Verlag von Julius Springer
1914

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Vorwort.

Die erste, unter der in Deutschland nicht zur Anerkennung gelangten Bezeichnung „Die Luftseilbahnen" 1907 erschienene Auflage wandte sich gleichzeitig an die Erbauer von Drahtseilbahnen, denen sie die erforderlichen Konstruktionsangaben und Berechnungen zu bringen suchte, und auch an die als Abnehmer solcher Anlagen in Frage kommenden Kreise, für die allgemeine Beschreibungen ausgeführter Anlagen und nach Photographien hergestellte Schaubilder von besonderem Wert sind. Es ergab sich so eine gewisse Ungleichartigkeit der Bearbeitung, die noch dadurch verstärkt wurde, daß einzelne führende Baufirmen verhältnismäßig wenig Material zur Beschreibung von Einzelheiten und ganzer Gesamtanlagen beigesteuert hatten, während von anderen Seiten dem Verfasser reichliche Unterstützung zuteil geworden war, ohne die heutzutage die Abfassung eines Buches über ein Gebiet des Maschinenbaues gar nicht mehr denkbar ist.

Inzwischen ist von Michenfelder in seinem Werk „Kran- und Transportanlagen" ein vortreffliches Beispiel eines Buches gegeben worden, das nur dem Betriebs- oder Werksleiter einen Anhalt über die vorhandenen Konstruktions- und Ausführungsmöglichkeiten des Kranbaus liefern will, ohne auf Einzelheiten mehr als nötig einzugehen. Da der Bau von Drahtseilbahnen nur von wenigen Maschinenfabriken betrieben wird, so schien dem Verfasser eine ähnliche Bearbeitung des Stoffes von größerem Nutzen zu sein als die Mitteilung allgemeiner Konstruktionsgrundlagen für die von den meisten Firmen doch durch spezielle Modelle und Tabellen festgelegten Einzelheiten, besonders da die Käufer der vergriffenen Auflage sich zu einem großen Teil aus Drahtseilbahn-Interessenten zusammensetzten, die sich nur einen Überblick über die Verwendung dieses Transportmittels verschaffen wollten. Die vorliegende Auflage wendet sich deshalb in erster Linie an Ingenieure und Fabrikanten, die sich über die Anwendungsmöglichkeit der Drahtseilbahn in bestimmten Fällen und die für die technisch und wirtschaftlich günstigste Lösung der gestellten Transportaufgabe anwendbaren Ausführungsarten informieren wollen. Es ist so natürlich, daß viele Figurenbeigaben nach Photographien ausgeführter Anlagen hergestellt sind; doch glaubt der Verfasser, die Auswahl wohl immer so getroffen zu haben, daß das Bild auch tatsächlich typische Merkmale der betreffenden Anlage wiedergibt.

Um dem gegenüber der ersten Auflage erhobenen Vorwurf — mit welchem Recht, mag dahingestellt bleiben — zu entgehen, daß einzelne Firmen häufiger erwähnt und genannt wurden, als ihrer Bedeutung in der Praxis zukommt, und daß so in dem Leser ein falsches Bild über die Wertigkeit der im Drahtseilbahnbau tätigen Firmen erweckt wurde, hat sich der Verfasser ausschließlich auf die Wiedergabe der Ausführungen einer einzigen Firma beschränkt, gegen deren Stellung in diesem Zweige der Technik wohl kein Einwand vorgebracht werden kann. Es wurde ihm nur auf diese Weise möglich, ein die gesamte einschlägige Technik gleichmäßig umfassendes Material zusammenzubringen und dem Leser in systematischer Weise bearbeitet zu übermitteln, ohne Gefahr zu laufen, irgendwie einseitig zu werden oder, wie insbesondere bei Berücksichtigung mehrerer Firmen von ihnen gewünscht oder erwartet werden würde, deren Leistungen gegen einander in irgendeiner Weise abzuwägen. Verfasser hofft, daß die Arbeit, deren erste Auflage mehr Interesse gefunden hat als von vornherein erwartet werden konnte, auch in der neuen Form jedem Interessenten am Transport von Massengütern erwünschte Anregungen und Angaben bieten möge. Um hierin möglichst weit zu gehen, wurden auch die Resultate der speziellen Berechnungsverfahren in für den Konstrukteur brauchbarer Form kurz zusammengestellt.

Der Verfasser möchte nicht verfehlen, der Firma A. Bleichert & Co. auch an dieser Stelle seinen Dank für die durch Überlassung von Photographien und sonstigen Angaben bewiesene wertvolle Mitarbeit auszudrücken, durch die erst die Durchführung des gesteckten Planes gelungen ist.

Dortmund, im Dezember 1913. **P. Stephan.**

Inhaltsverzeichnis.

I. Wert und Entwicklung der Drahtseilbahnen.

1. Wo sind Drahtseilbahnen vorteilhaft?

Es ist häufig mit mehr oder weniger Glück versucht worden, unsere heutige Kulturepoche durch ein charakteristisches Beiwort zu kennzeichnen. Eins der bekanntesten der Art, das jedoch von einer ziemlich nebensächlichen Erscheinung ausgeht und in der Zeit des Telephons wohl kaum noch als allgemein zutreffend angesehen werden kann, ist ja die Bezeichnung „papierenes Zeitalter".

Geht man der Frage, was wohl die Zeit, in der wir leben, von allen vorhergegangenen abhebt und unterscheidet, wirklich auf den Grund, so wird man unfehlbar zu dem Schluß geführt, daß die gesamte heutige Kulturentwicklung abhängig und sogar zum guten Teil geschaffen ist von den weitgreifenden und schnellen Verkehrsmöglichkeiten für Personen, Güter, Nachrichten, Energiemengen. Letzteres wird bestätigt durch die gesamte neuzeitliche Verkehrspolitik: Während der erste Ausbau des betreffenden Verkehrsnetzes naturgemäß nur die bestehenden Hauptzentren der Kultur entweder allein für sich zu versorgen oder miteinander zu verbinden suchte, werden jetzt fast durchweg in der ersten Zeit vielfach unrentable Verkehrsunternehmungen angelegt, nur um neue Gebiete zu erschließen und der intensiven kulturellen Ausnutzung näher zu bringen. So strecken die großen Städte durch Bahnverbindungen Fühler weit in die Umgebung hinaus, und die moderne Städtebaukunst betrachtet es als wichtigste Aufgabe, einen glatten, ungehinderten Verkehr von den Außenbezirken nach dem Stadtinnern und ebenso zwischen den äußeren Stadtteilen untereinander zu bewirken, wobei häufig riesige Summen aufgewendet werden, um entgegenstehende Hindernisse zu beseitigen. Entsprechend werden jetzt bedeutende Anlagen zur Erzeugung und Verteilung elektrischer oder sonstiger Energie, die dann weite Gebiete von sich abhängig machen, an ganz abgelegenen Stellen erbaut, wo nur bis dahin unausgenutzt gebliebene Energiequellen leicht verfügbar sind. So hat z. B. die Ausnutzung der Niagarafälle ein sich mehrere hundert Kilometer weit erstreckendes neues Industriegebiet mit dichtester Besiedelung geschaffen, das Hunderttausenden von Menschen Existenzmöglichkeiten gewährt.

Die Verkehrsmittel für Energiemengen und Nachrichten sind heute so ausgebildet, daß sie allen billigerweise zu stellenden Anforderungen gut genügen, und wenn selbstverständlich auch dort immer weitere

Neuerungen und Verbesserungen auftauchen und angewendet werden, so haben sie für das große Publikum doch kein hervorragendes Interesse. Anders liegen die Verhältnisse beim Personen- und Güterverkehr. Beide sind entschieden noch sehr verbesserungsfähig und es mehren sich die Stimmen derer, die eine weit voraussehende, umwälzende Änderung derselben für notwendig halten. Da ferner jeder einzelne gezwungen ist, mit den technischen Hilfsmitteln dieser Verkehrsunternehmungen in nächste Berührung zu kommen, so finden ihre Einrichtungen auch ein viel größeres Verständnis und Interesse.

So erregten vor kurzem zwei speziell deutsche Verhältnisse behandelnde Schriften, von August Scherl über ein neues System des Personenverkehrs und G. Rathenau über den Austausch von Massengütern durch besondere neben den bisherigen zu erbauende Verkehrswege, großes Aufsehen, obwohl ihre Vorschläge vorläufig von der Verwirklichung noch weit entfernt sind. Gemeinsam ist beiden Büchern, daß sie sich ausschließlich mit dem Fernverkehr befassen und die Zubringung der Personen bzw. Güter an die vorgeschlagenen Hauptverkehrswege besonderen Einrichtungen überlassen, über die sie Näheres nur knapp andeuten. Und doch hat der Nahverkehr sicherlich dieselbe Wichtigkeit wie der Ferntransport. Denn man mag die großen Hauptverkehrswege mit noch so viel Überlegen und Nachdenken anlegen, es wird doch niemals möglich sein, sie so zu führen, daß sie alle Fundstätten wichtiger Rohstoffe, alle für die Fabrikation günstig gelegenen Plätze berühren und mit allen Verbrauchsstellen verbinden. Deshalb sind Eisenbahnen und Kanäle jeder Art immer auf ein anschließendes Geäst von Zubringemitteln angewiesen, ohne die sie einfach nicht existieren könnten.

Die vorliegende Arbeit ist fast ausschließlich diesem Nahverkehr von Gütern für industrielle Zwecke gewidmet. Es handelt sich also um folgende Frage: Wie kann der Industrielle am billigsten und betriebssichersten die Rohstoffe von der Fundstätte oder wenigstens dem nächstgelegenen Hauptverkehrswege nach der Fabrik und umgekehrt seine Erzeugnisse von der Fabrik wieder nach der Eisenbahn oder in die Transportschiffe befördern?

Schon aus der Fragestellung geht hervor, daß das Problem sich dem gegenüber, das einer Eisenbahn gestellt zu werden pflegt, bedeutend zusammenzieht. Es ist nicht mehr die Rede von der Bevölkerung oder der Industrie eines Gebietes in ihrer Gesamtheit, sondern von einer einzigen oder höchstens einigen wenigen industriellen Anlagen. Für den Bau des Transportmittels ergibt sich daraus die wichtige Folgerung, daß es nicht mehr wie die großen Hauptverkehrswege für den Transport von Gütern aller Art eingerichtet zu werden braucht, sondern die ge-

forderten Dienste vollauf verrichtet, wenn nur eine ganz bestimmte Klasse von Gütern damit befördert werden kann.

Der nächstgelegene Schluß hieraus ist der, daß die Fördermittel, insbesondere die Wagen, nicht wie bei der Haupteisenbahn für Tragfähigkeiten von 10 000 oder 20 000 kg bemessen zu werden brauchen; denn die Rohstoffe der Fabrikation sind fast durchweg leicht teilbar und lassen sich in kleinen Einzelmengen von 300—700 kg Gewicht befördern, ebenso sind die Fertigfabrikate mit Ausnahme der Erzeugnisse der Großmaschinenindustrie in den weitaus meisten Fällen auch wieder von geringem Einzelgewicht und werden schon mit Rücksicht auf die bequeme Handhabung während des weiteren Transportes zu nicht zu großen Einzellasten vereinigt.

Man kommt also mit verhältnismäßig leichten Wagen und einer entsprechend leichten Fahrbahn aus. Dann ist man aber nicht mehr an die in ihrer ganzen Länge unterstützte Schienenbahn gebunden, sondern kann den Boden verlassen und leichte Tragkonstruktionen in die Luft hineinbauen. So gelangt man ganz von selbst zu der Drahtseilbahn, der Schwebebahn, deren Geleise aus freigespannten Seilen bestehen und nur an ziemlich weit voneinander entfernten Punkten unterstützt werden. Sie allein und ihre Verwandten mit festen Hängebahnschienen sollen den Gegenstand des vorliegenden Buches bilden, da sie trotz ihrer vielfachen Verwendungsmöglichkeiten noch immer nicht die Beachtung finden, die sie verdienen. Natürlich sind auch andere Fördermittel im Laufe der Zeit zu guten und an vielen Stellen zweckmäßigen Transportmitteln ausgebildet worden, so daß es im ersten Augenblick fraglich erscheinen könnte, ob mit dem Schritt in die Luft wirklich besondere Vorteile erzielt werden, die die hier und da vermutete „Gefährlichkeit“ ausgleichen.

Zunächst einige Worte über diese Gefährlichkeit. Man ist so gewöhnt von vornherein anzunehmen, daß alles, was den festen Erdboden verläßt, Gefahren mit sich bringt, und unterscheidet da höchstens zwischen gefährlich und sehr gefährlich, so daß man diese vorgefaßte Meinung ohne weitere Überlegung auf alle derartige Fälle gleichmäßig anwendet. Wird einmal die Frage gestellt, was denn an der Drahtseilbahn so gefährlich sein könne, so erfolgt fast stets die Antwort, die Tragseile könnten reißen und die Lasten herunterstürzen. Nun, seit einer langen Reihe von Jahren werden hierfür ausschließlich Tiegelgußstahl-Drahtseile verwendet. Die Seile liegen fest und nahezu unbeweglich, ohne daß sie andere Beanspruchungen erfahren als den Zug des am Ende angreifenden Spanngewichtes und eine geringe Durchbiegung unter dem Raddruck, dazu kommt bei Neigungen noch der Zug durch die entsprechende Komponente ihres Eigengewichtes. Die Beanspruchung ist also eine sogenannte statische, die sich rechnungsmäßig sehr genau

1*

verfolgen läßt, während z. B. die Förderseile der Bergwerke, denen Lasten und Menschen gleichmäßig anvertraut werden, beim Übergang über die verschiedenen Seilscheiben und die Fördertrommel eine recht erhebliche Hin- und Herbiegung erfahren und dann beim jedesmaligen Anfahren und Anhalten ganz bedeutende Beschleunigungs- und Stoßkräfte aufnehmen müssen, mithin eine viel ungünstigere Beanspruchung erhalten, die außerdem von vornherein nicht mit Sicherheit rechnungsmäßig festzustellen ist. So kommt es, daß Laufseile von Drahtseilbahnen bei ordnungsmäßiger Überwachung nie auf einmal durchreißen, wenn auch natürlich einzelne Drahtbrüche eintreten können, die, falls mehrere dicht beieinander stattgefunden haben, dazu führen, das betreffende Seilstück herauszuschneiden und durch ein neues zu ersetzen. Es wurde vor kurzem als großer Triumph der Seiltechnik und der Sicherheitsmaßnahmen des Bergbaues verkündigt, daß von den 720 im Jahre 1910 aufgelegten Gußstahlförderseilen des Rheinisch-Westfälischen Kohlenreviers nur 4, also 0,56% im Betriebe plötzlich zerrissen sind, und es wurde besonders darauf hingewiesen, daß die Sicherheit der Seilfahrt gegen früher, wo 20% der Seile plötzlich zu Bruch gingen, sehr bedeutend gestiegen ist. Bei ihrer ungünstigen Beanspruchung ist es in der Tat auch eine ganz hervorragende Leistung der Technik. Daß jedoch Laufseile von Luftseilbahnen wegen ihrer viel vorteilhafteren Beanspruchung überhaupt nur ganz ausnahmsweise einmal reißen — bei schlechtester Überwachung in exotischen Betrieben —, sollte man demnach unterlassen, als Beweis für die Gefährlichkeit solcher Anlagen heranzuziehen.

Aber die Wagen können leicht herabfallen und dadurch Veranlassung zu allen möglichen Unfällen geben? Auch nicht! Zwar können sie bei heftigem Wind oder infolge anderer Ursachen nach der Seite auspendeln, aber ihr Schwerpunkt liegt stets so tief unterhalb der Tragseile, daß sie nie aus dem stabilen Gleichgewicht kommen können, und die Laufräder umfassen das Seil mit ihrer Auskehlung immer so weit, daß selbst bei schräger Stellung noch nicht die geringste Gefahr des Abrutschens oder Entgleisens besteht. Entgleisen einmal wirklich Seilbahnwagen, so kann bei neuen Anlagen von vornherein darauf geschlossen werden, daß irgendein grober Montage- oder Konstruktionsfehler vorliegt, und bei schon längere Zeit im Betrieb befindlichen, daß die Überwachung der Anlage eine ungenügende war.

Ja, der Drahtseilbahntechniker hat sogar ein Recht, den Spieß umzudrehen. Denn bei jeder Standbahn mit auf dem Erdboden verlegten Schienen können die geringfügigsten Ursachen, z. B. ein auf die Schienen gefallener Stein, Entgleisungen hervorrufen; die Schienen werden bisweilen von starken Regenfällen unterwaschen, Schnee und Rauhfrost, die der Luftseilbahn nichts anhaben können, legen den ganzen Betrieb lahm, und Unvorsichtigkeit des Personals kann den größten Schaden

zur Folge haben, während die moderne Drahtseilbahn ganz automatisch und von der Aufmerksamkeit des Personals völlig unabhängig arbeitet, so daß selbst die Verwendung unkultivierter Eingeborener in tropischen Kolonien als Bedienungsmannschaft der Stationen keine Störungen hervorruft, sofern erprobte und sorgfältig hergestellte Kuppelapparate für den Anschluß der Wagen an das Zugseil benutzt werden.

Das Vertrauen auf die Sicherheit der Drahtseilschwebebahn wird auch belegt durch die ständig wachsende Zunahme des Verkehrs auf den Personenschwebebahnen der neuesten Zeit, die als Hochgipfelbahnen Aussichtspunkte erschließen oder abgelegene Mittelgebirgsrücken mit den Fernverkehrswegen verbinden. Das leicht zugängliche Gleis der Standbahn fordert außerdem zu Böswilligkeiten aller Art geradezu heraus. Wieviel Werke, die z. B. elektrische Feldbahnen besitzen, klagen, daß sie beständig Ärger und hohe Reparaturkosten haben, daß ihnen oft lange Stücke von dem kupfernen Leitungsdraht gestohlen werden, und bedauern auf das Lebhafteste, nicht eine Luftseilbahn angelegt zu haben, die unter allen Umständen betriebsbereit ist und doch nur äußerst geringe Betriebskosten verursacht.

Das führt auf die allgemeine Frage der Anlagekosten einer Drahtseilbahn, die häufig nach der einen oder anderen Seite falsch eingeschätzt werden. Man hört zuweilen, sogar von Technikern, die allerdings der Sache ziemlich fernstehen, die Meinung aussprechen, man könne eine Drahtseilbahn „in acht Tagen zusammennageln". Damit bekundet sich jedoch eine recht erhebliche Unterschätzung der konstruktiven Schwierigkeiten und der Anlagekosten. Immerhin liegt dieser Annahme der richtige Kern zugrunde, daß sich eine Luftseilbahn verhältnismäßig schnell und mit geringen Kosten aufstellen läßt, da nur wenig Erdarbeiten für die kleinen Fundamente der Seilunterstützungen nötig sind und nach Errichtung der Stützen die Aufbringung der Seile in ziemlich kurzer Zeit zu erledigen ist. In dem Fortfall der bei industriellen Standbahnen notwendigen Planierung des Geländes, der Aufschüttung von Dämmen oder Herstellung von Einschnitten liegt ein wesentlicher Vorteil der Seilbahn. Ein häufig noch wichtigerer ist der, daß für den Grunderwerb keine Kosten aufzubringen sind, die, wenn fremde Grundstücke überschritten werden müssen, eine sonst ganz einfache Feldbahn zu einem sehr teuren Unternehmen machen, um so mehr, als derartige Anlagen meist sehr kostspielige Neumeliorationen nach sich ziehen. Bei der Drahtseilbahn dagegen kann der Bauer die Felder unter der Bahn ruhig weiter bestellen, höchstens sind ihm für den von den Stützen beanspruchten Platz kleine Anerkennungsgebühren zu zahlen; eine Veränderung der Grundstücksgrenzen ist aber fast immer ausgeschlossen.

Die in entsprechender Höhe aufgeführte Drahtseilbahn hat es nicht nötig, mit Rücksicht auf Straßen, Häuser, Flüsse, Täler, Berge usw.

auch nur die geringsten Umwege zu machen. Täler und Flüsse werden, wenn nötig, mit großen freien Spannweiten genommen, selbst Spannweiten von über 1000 m Länge ohne jede Zwischenunterstützung sind bei Drahtseilbahnen bereits zur Ausführung gelangt. Da die Schwebebahn keine Hindernisse kennt, sondern die Endstationen möglichst direkt, also gewöhnlich in gerader Linie, verbindet, ist sie für gebirgiges Gelände oft das einzig mögliche Transportmittel, andererseits infolge des Wegfalls von Bodenerwerbungen usw. für stark besiedelte Gegenden mit lebhafter Bodenkultur und Industrie vielfach das allein bezahlbare.

Eine wesentliche Rolle bei der Beurteilung einer Anlage spielen ferner die Betriebskosten, die bei der Drahtseilbahn im Verhältnis zu anderen Transportmitteln von derselben Leistungsfähigkeit erstaunlich gering sind, da sie völlig selbsttätig ohne Streckenwärter, Weichensteller, Lokomotivführer arbeitet, sondern nur je nach der Leistung einige Leute in den Endstationen verlangt, die zugleich die Ent- bzw. Beladung vornehmen. Überall, wo die Eisenbahn versucht hat, der Drahtseilbahn auf ihrem eigentlichen Felde Konkurrenz zu machen, ist sie infolge ihrer wesentlich höheren Betriebskosten trotz möglichst weitgehender Herabsetzung des Tarifes unterlegen. Es ist das besonders darauf zurückzuführen, daß das Rangieren, Beladen und Entleeren der Eisenbahnwagen in der Station bzw. auf dem Fabrikhofe sehr hohe Ausgaben verursacht, während die Drahtseilbahnwagen durch anschließende Hängebahnen mit Hand- oder mechanischem Betrieb nach jedem beliebigen Punkte des Werkes, auch in das Innere von Gebäuden hineingeführt werden und daher stets an der günstigsten Stelle in der einfachsten und billigsten Weise beladen und ebenso entleert werden können. Obwohl die Transporttechnik auch für das Rangieren und Entladen von Eisenbahnwaggons besondere Einrichtungen geschaffen hat, wie die Rangieranlagen mit endlosem Seil, die Waggonkipper und die Selbstgreifer, die das Material aus dem Waggon mit nur geringer Unterstützung durch Handarbeit aufnehmen, so wird doch die Bequemlichkeit der Entleerung von Seilbahnwagen, die in sehr vielen Fällen sogar vollkommen selbsttätig während der Fahrt geschieht, und ebenso die Leichtigkeit der Beförderung der Wagen nicht erreicht.

Daß sowohl beim Transport über die Strecke als auch im Werksinnern von der Drahtseilbahn nur wenig Leute gebraucht werden, bringt übrigens außer der Ersparnis an Löhnen noch große indirekte Vorteile mit sich, besonders den, daß die Werksleitung sich nicht auf den guten Willen mehr oder minder unberechenbarer Elemente zu verlassen braucht. Die wenigen noch erforderlichen Leute können sorgfältig ausgesucht, gut bezahlt und gegebenenfalls in ein Beamtenverhältnis gestellt werden, so daß menschlicher Voraussicht nach keine Betriebsunterbrechung

durch Streiks mehr zu befürchten ist, die ja weit höhere Summen zu verschlingen pflegt als die Verbesserung der Werkseinrichtung gekostet haben würde. Der Betriebsleiter ist, wenn er von den lästigen Arbeiterschwierigkeiten befreit ist, überhaupt viel freier in der Verwendung seiner Arbeitskraft und kann sich ganz den technischen und kaufmännischen Problemen widmen, die seine eigentliche Aufgabe bilden.

Will man möglichst wenig mit der Beschaffung von Arbeitern zu tun haben, so begnügt man sich oft mit einer geringen Anzahl und verteilt die Arbeit so, daß sie sich möglichst gleichmäßig über das ganze Jahr erstreckt, um diese Leute ständig voll zu beschäftigen. Das führt natürlich zu sehr geringen Stunden- und Tagesleistungen, so daß sehr oft beträchtliche Waggonstandgelder und Schiffsliegegelder gezahlt werden müssen. Eine leistungsfähige Transportanlage spart aber diese Unkosten, indem sie die Arbeit in einem Bruchteil der sonst gebrauchten Zeit mit einem Minimum von Arbeitern erledigt. Bei großen Leistungen pflegt es dagegen gar nicht möglich zu sein, in gleicher Zeit mit Arbeitern so viel zu fördern wie mit selbsttätigen Einrichtungen, weil es praktisch unmöglich ist, auf dem verfügbaren Raum so viele Leute, wie dazu gebraucht würden, anzustellen. Einige instruktive Beispiele dafür werden später ausführlicher beschrieben werden.

Durch diese Verringerung der Arbeitskräfte wird ferner noch eine ganze Reihe von allgemein-volkswirtschaftlichen Verbesserungen erzielt. Indem die maschinelle Einrichtung die Leute einer groben und schmutzigen Arbeit entzieht, werden sie für andere bessere und auch besser bezahlte Arbeiten frei. Außerdem ist es eine bekannte Tatsache, daß die Betriebsunfälle mit der Arbeiterzahl in steigender Progression zuzunehmen pflegen, besonders bei dicht gedrängtem Zusammenarbeiten mit mangelhaften Hilfsmitteln. Dadurch, daß die Drahtseilbahn mit ihren Zubringemitteln nur wenige gut bezahlte Arbeiter an gesicherter Stelle verwendet, fallen sehr hohe Beträge für Versicherung, Krankenkasse, Unterstützungen usw. fort, die dem Nationalvermögen sowohl wie dem Etat der Werke zugute kommen und die in einem geringeren Verkaufspreis der Fabrikate bzw. in der erhöhten Wirtschaftlichkeit der Unternehmung greifbar zum Ausdruck gelangen.

Im allgemeinen braucht jede maschinelle Einrichtung eine bestimmte Antriebsleistung, die ihr in Form von Dampfkraft, Elektrizität oder dergleichen zu liefern ist. Selbst wenn die Förderung talwärts mit ziemlich großem Gefälle erfolgt, verlangt die Lokomotivbahn für den Aufwärtstransport der leeren Wagen eine nicht unerhebliche Antriebsleistung, während die beim Abwärtsgang der beladenen Wagen freiwerdende Energie nutzlos und dennoch durch den starken Verschleiß der Bremsklötze und Radreifen kostenverursachend abgebremst wird. Zudem darf das Gefälle einer Lokomotivbahn, um überhaupt einen

gesicherten Betrieb zu ermöglichen, nur einen bestimmten niedrigen Betrag erreichen, so daß häufig bedeutende Umwege gemacht werden müssen, wogegen die Seilbahn jede beliebige Steigung haben kann. Sie arbeitet dann bei größerem Gefälle ganz ohne jeden Antrieb, indem die herabgehenden Lasten die leeren oder sogar teilweise beladenen Wagen wieder in die Höhe ziehen. Oft verbleibt sogar noch ein Überschuß an Energie, der dazu benutzt werden kann, einen Steinbrecher oder ein leichtes Sägegatter zu treiben, indem die Zugseilscheibe mit einer Dynamomaschine gekuppelt wird, welche die von der Seilbahn nicht verbrauchte Energie aufnimmt.

Die wirtschaftlichen Vorteile, die die Drahtseilbahn bringt, können also auf den verschiedensten Gebieten des Betriebes liegen und sind von weittragender Bedeutung. Der Fall ist durchaus nicht selten, daß ein Industrieller, der sich eher wirtschaftlich arbeitende, zuverlässige Transporteinrichtungen zu schaffen wußte als seine Konkurrenz, in kurzer Zeit große Summen erübrigte, während sonst in dem betreffenden Geschäftszweige kaum verdient wurde, oder daß ein Unternehmen, welches schon vor dem Ruin zu stehen schien, durch Verbesserung seiner Transporteinrichtungen wieder zur Blüte gebracht wurde.

2. Drahtseilbahnen einst und heute.

Die Seilschwebebahnen sind uralt, man kann direkt sagen, sie gehören mit zu den ersten technischen Transportmitteln, die überhaupt ersonnen und ausgeführt wurden. Natürlich traten damals die oben erörterten wirtschaftlichen Gesichtspunkte kaum hervor; es kam ja eigentlich nur darauf an, überhaupt eine Verbindung herzustellen zwischen Orten, die bisher nur auf großen Umwegen und unter mannigfaltigen Schwierigkeiten zu erreichen waren. Die dem Urtechniker gestellte Aufgabe war also, ein Mittel zu schaffen, einerlei welches, um nur das Verkehrsbedürfnis zu befriedigen und damit letzten Endes auch wieder wirtschaftlichen Forderungen gerecht zu werden.

Wann und wo lebte nun dieser Urtechniker? Die griechische Sage, die den Erfinder mancher Werkzeuge nennt, weiß nichts von ihm. Das alte Griechenland und Vorderasien war auch nicht der Boden, der von der Natur gegebene Vorbilder nach dieser Richtung bot, die der Erfinder der ersten primitiven Seilbahn benutzen konnte. Dagegen liefern die tropischen Urwälder mit ihren Schlingpflanzen und Lianen, die den Affen oft genug als Brücke dienen, ein naheliegendes Beispiel, und in den Wäldern Brasiliens und Neuguineas setzen die Eingeborenen an zwei übereinander ausgespannten Lianenzweigen, von denen mindestens der zweite mit bewußter Absicht entsprechend gezogen worden ist, über Bäche und schmale Flüsse.

Natürlich gehörte zu der Ausführung größerer Übergänge die Kenntnis und Fähigkeit der Anfertigung von Seilen, so daß für die erste Seilbrücke nur die alten Kulturländer Indien und Japan in Frage kommen, die beide von stark zerklüfteten Gebirgen durchzogen werden. Entschieden eine der frühesten und primitivsten Gestaltungen ist die in Fig. 1 nach einem alten japanischen Bild umgezeichnete, bei der die Seilbahn und der Wagen ausgeprägt vorhanden sind, wenn auch die Fortbewegung bergauf durch den direkten Angriff des mitfahrenden Mannes am Tragseil erfolgen muß. Ähnliche Seilbahnen mit nicht viel weiter entwickelter Technik finden sich noch heute in Indien, um Ströme zu überbrücken, und werden von den Eingeborenen viel benutzt (Fig. 2). Das in Ösen an dem Tragseil aufgehängte Zugseil geht von Ufer zu Ufer und dient dazu, den an einem gabelförmigen Holzreiter befestigten Sitz hin und herzuziehen. Bei der eigentümlichen Charakterveranlagung der orientalischen Völker erscheint eine zielbewußte Weiterentwicklung dieser primitiven Fördermittel von vornherein wenig wahrscheinlich, und es kann daher nicht überraschen, daß die Schwebefähre nach Fig. 2 einen Rückschritt gegenüber einer älteren orientalischen Konstruktion bedeutet, die in Fig. 3 nach einer alten japanischen Zeichnung dargestellt ist, und die dadurch ausgezeichnet war, daß die Fördergefäße an Rollen über die Tragseile liefen. Auch ist die Bahn offenbar zweigleisig. Jedenfalls war bei



Fig. 1. Alte japanische Seilbahn.



Fig. 2. Moderne indische Seilbahn.

dieser Anlage sogar schon der für den späteren Seilbahnbau so wichtig gewordene Gedanke in die Praxis umgesetzt, das Gewicht des aufsteigenden Wagens durch das des absteigenden auszugleichen. Wenigstens deutet darauf die ganze Anlage der Bahn sowie auch der Umstand hin, daß die oberen Zugseile gespalten erscheinen. Vermutlich waren die Enden von zweien dieser Seilstränge vereinigt und in der oberen Endstation über eine Rolle geführt, während die beiden anderen Stränge für den Angriff der Leute frei blieben, eine Anordnung, die der Zeichner aus dem Gedächtnis nicht mehr wiederzugeben wußte.



Fig. 3. Alte japanische Seilbahn mit Zugseilen.

Im Abendlande wurden Seilbahnen zuerst vorgeschlagen und wohl auch einmal verwendet von Kriegstechnikern für den Transport von Geschützteilen, Geschossen oder Baustoffen von Befestigungswerken, nachdem die Erfindung der schweren Geschütze das ganze Kriegs- und Festungswesen in militärischer und technischer Beziehung auf eine neue Basis gestellt hatte. Natürlich zeigen die ersten Skizzen derartiger Anlagen äußerst rohe und technisch unbeholfene Einrichtungen, wie Fig. 4 veranschaulicht, die eine stark verkleinerte Wiedergabe der ältesten abendländischen Darstellung einer Seilbahn bildet, eines Blattes aus dem etwa 1411 niedergeschriebenen „Feuerwerksbuch“ des Johann Hartlieb. Eine einzige Ausnahme davon ist eine Figur in dem 1617 gedruckten Werke „Machinae novae“ des Faustus Verantius, die Fig. 5 wiedergibt. Der Wagen läuft hier mit zwei Rollen auf dem Tragseil, dessen Spannvorrichtung die Figur nicht mehr enthält, und wird von den darin sitzenden Leuten vermittels des endlosen am Wagen befestigten Zugseiles hin und her bewegt. Die Skizze scheint fast eine schematisierte Darstellung der technischen Einzelheiten einer um 1536 von den



Fig. 4. Seilbahn des Johann Hartlieb (1411).

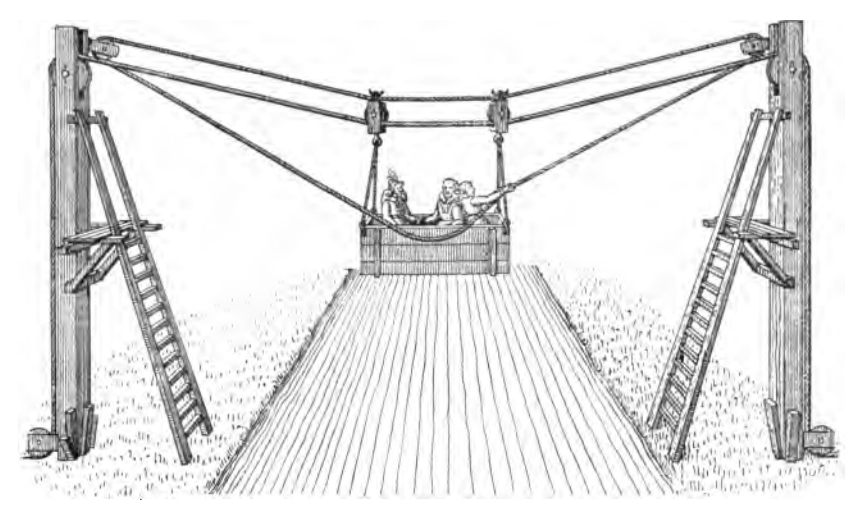


Fig. 5. Seilbahn des Faustus Verantius (1617).

spanischen Eroberern Südamerikas zwischen Santanda und Merida angelegten Seilbahn zu sein, die bis vor wenigen Jahren in Betrieb war und es wohl heute noch ist.



Fig. 6. Seilbahn des Adam Wybe (1644).

Alle diese Anlagen arbeiteten mit hin- und hergehendem Fördergefäß, so daß eine neue Ladung immer erst abgesandt werden konnte, wenn die vorhergehende ihren Weg vollendet hatte. Es war also ein Fortschritt, der von allergrößter Bedeutung hätte werden können, wenn die Konstruktion nicht wieder der Vergessenheit anheimgefallen wäre, als der Holländer Adam Wybe 1644 beim Bau der Danziger Festungswerke eine Seilbahn mit stetiger Wagenfolge zur Förderung großer Erdmassen ausführte (Fig. 6). Die auf der einen Seite der Bahn abgehenden vollen und auf der anderen Seite leer zurückkehrenden Fördergefäße vollführen einen geschlossenen Kreislauf und können einander in beliebig kurzen Abständen folgen, so daß sich selbst bei kleinen Einzellasten doch eine große Gesamtleistung der Bahn ergibt. Damit waren die Seilschwebe-

bahnen aus einem Notbehelf zu einem Massentransportmittel geworden und wären schon damals imstande gewesen, im wirtschaftlichen Leben eine Rolle zu spielen, wenn die technische Durchbildung vollendeter gewesen wäre. Bei dem provisorischen Charakter der Anlage behalf sich Wybe aber mit den allerrohesten Elementen, ja es lag sogar ein gewisser Rückschritt insofern vor, als die Förderkübel direkt an dem umlaufenden Zugseil ohne besonderes Tragseil aufgehängt wurden, wenn damit auch eine für die damalige Zeit wohl notwendig gewesene Vereinfachung der ganzen Anlage verbunden war.

Dem folgenden Jahrhundert fehlte zwar nicht das Interesse für technische Neuerungen, aber die mangelhafte Maschinentechnik hinderte den Fortschritt. Vielleicht mögen auch einzelne Berichte verloren gegangen sein; einige andere von Nichtfachleuten verfaßte sind gänzlich unklar und vermögen uns, da sie zeichnerische Darstellungen nicht enthalten, keinen sicheren Eindruck von der Art der Ausführung zu geben.

Jedenfalls war die Kenntnis einer kontinuierlich arbeitenden Seilschwebebahn völlig verloren gegangen und die Erbauer der ersten „Drahtriesen" um die Mitte des 19. Jahrhunderts fingen wieder ganz von vorn an. Diese Riesen wurden gewöhnlich zur Herunterbeförderung von Holzstämmen aus hochgelegenen und unzugänglichen Wäldern benutzt. Da ihre Spannweite eine ziemlich erhebliche war, so konnten Hanfseile für die Laufbahn nicht in Frage kommen, und man spannte einen kräftigen Eisendraht von 6—8 mm Stärke zwischen den Endpunkten aus. Die Holzladung wurde an einfachen Haken oder bei besseren Ausführungen an leichten Rollen daran aufgehängt und lief infolge ihres Eigengewichtes die schiefe Ebene bis unten herunter, wo sie durch Reisigbündel oder dergleichen abgefangen wurde. Eine solche Ausführung aus dem Jahre 1859 zeigt z. B. Fig. 7. Auch jetzt noch werden in Gebirgsgegenden derartige primitive Anlagen errichtet, wenn es sich bei geringer Tagesleistung um die vorübergehende Verbindung eines Waldes mit der tiefer gelegenen Abfuhrstraße handelt. Ihr wesentlicher Nachteil ist der, daß eine ganz bestimmte Neigung, etwa 1 : 5, dazu gehört, um den selbsttätigen Betrieb mit Sicherheit zu ermöglichen, und daß diese Neigung auch wieder nicht sehr überschritten werden darf, weil dann die gänzlich freie Last mit zu großer Geschwindigkeit unten ankommt und dort entweder selbst beim Anstoß Schaden erleidet oder die Konstruktionsteile der Endstation beschädigt.

Als eigentlicher Erfinder der Drahtseilbahnen im heutigen Sinne des Wortes gilt vielfach der Bergrat Freiherr von Dücker. Wenn auch v. Dücker selbst der Meinung war, ein ganz neues und hochwichtiges Transportmittel erfunden zu haben, so beweisen seine praktischen Aus-

führungen sowohl wie seine Veröffentlichungen und die Bekanntgabe seines Nachlasses im Grunde genommen das Gegenteil. Die Fortschritte gegen die älteren Ausführungen sind unbedeutend, und die für ein gutes Arbeiten der Anlage als unerläßlich geltenden Einzelheiten fehlen zum größten Teil noch gänzlich, so daß die beste Ausführung v. Dückers mit einem direkten Mißerfolg endete — enden mußte.

Zuerst erbaute er in Bad Oeynhausen eine Probeanlage, von der er in einer späteren Veröffentlichung (Deutsche Bauzeitung 1871) die in

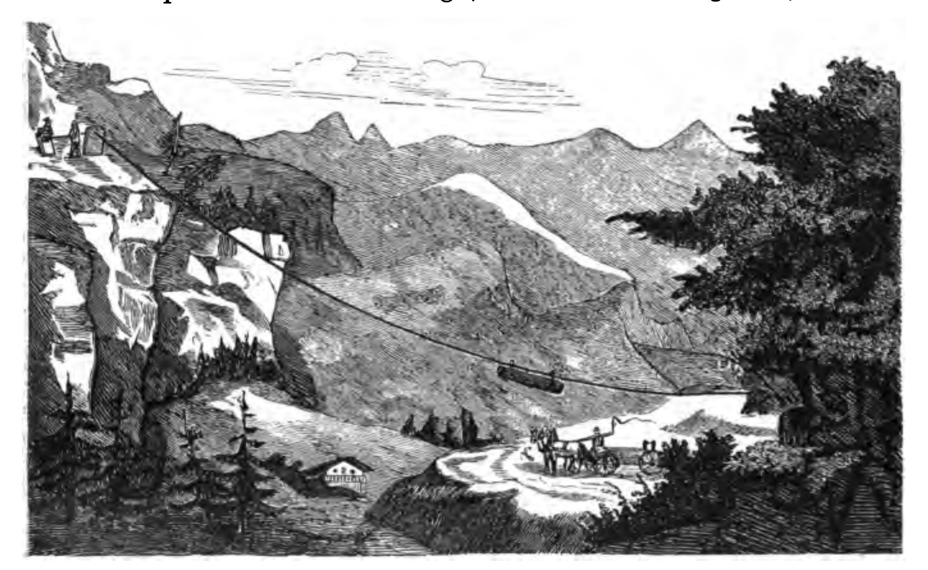


Fig. 7. Drahtriese von 1859.

Fig. 8 dargestellten Einzelheiten bekannt gab. Neu ist hierin, wenn von der ihm jedenfalls unbekannt gebliebenen Ausführung des Adam Wybe abgesehen wird, gegenüber den Drahtriesen, daß die aus Rundeisen von $^1/_2$ Zoll Stärke hergestellte Fahrbahn mehrfache Zwischenunterstützungen aufweist und die Last seitlich am Wagen aufgehängt ist, um an den Unterstützungsstellen vorbeizukommen. Die Anlage war eingleisig, und das gezeichnete Zugseil, mit dem die Wagen durch eine Schleppkette oder dergleichen hätten verbunden werden müssen, fehlte; vielmehr wurde der einzige vorhandene Wagen von Hand verschoben. Das Ganze ist also etwa das, was wir heutzutage Hängebahn nennen, und es gehört der ganze Optimismus des Erfinders dazu, es als ein neues System zu bezeichnen, denn Hängebahnen mit Zwischenstützen hatte der Hauptmann von Prittwitz bereits 1834 entworfen. Da die Anlage gegenüber einer gewöhnlichen Schmalspurbahn mit Handbetrieb kaum Vorteile zu bieten schien, so dauerte es auch über 10 Jahre,

bis eine gewerblichen Zwecken dienende Anlage nach v. Dückers Entwürfen in Deutschland zustande kam.

Schon vorher im Jahre 1868 wurde unabhängig von v. Dücker im Minengebiet Colorados durch den Ingenieur Cypher eine „Drahtseilbahn" erbaut, der bald mehrere andere Ausführungen folgten, mit zwei Gleisen, Zwischenunterstützungen und hin- und hergehendem Betrieb, also mit je einem Wagen auf jedem Tragseil, die durch ein oben über eine Seilscheibe laufendes Seil miteinander verbunden waren,

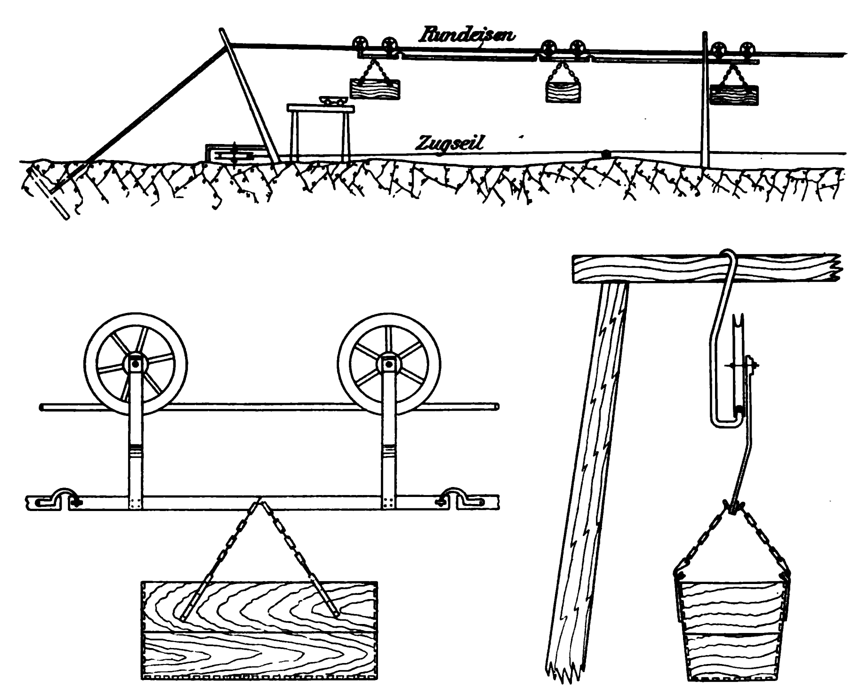


Fig. 8. Probeanlage v. Dückers (1871).

außerdem hatte auch Hodgson 1867 die seitdem als englisches System bezeichnete Anordnung des Adam Wybe wiedererfunden, die die obere Skizze der Fig. 9 nach der ersten deutschen Veröffentlichung von 1869 darstellt. Während Wybe die Lasten mit Stricken an dem Zugseil befestigte, sind Hodgsons Gehänge starr und liegen mit einem nur durch die Reibung festgehaltenen Auflagerschuh auf dem Seil. In der unteren Skizze der Fig. 9 ist von ihm auch schon das Zweiseilsystem mit festliegendem Tragseil und dem an den Wagen angreifenden, ständig in gleicher Richtung bewegten Zugseil, wenn auch in allereinfachster Form, angegeben. Allerdings ist Hodgson mit diesem System, das er in seiner englischen Patentschrift beschreibt, der Ausführung

weit vorangeeilt; denn er hat später sein Interesse ausschließlich dem Einseilsystem zugewandt, das sich verhältnismäßig schnell einführte.

Erst auf Grund der guten Erfolge Hodgsons erhielt v. Dücker dann auch einige Ausführungen, deren erste in Schwarzehütte bei Oste-

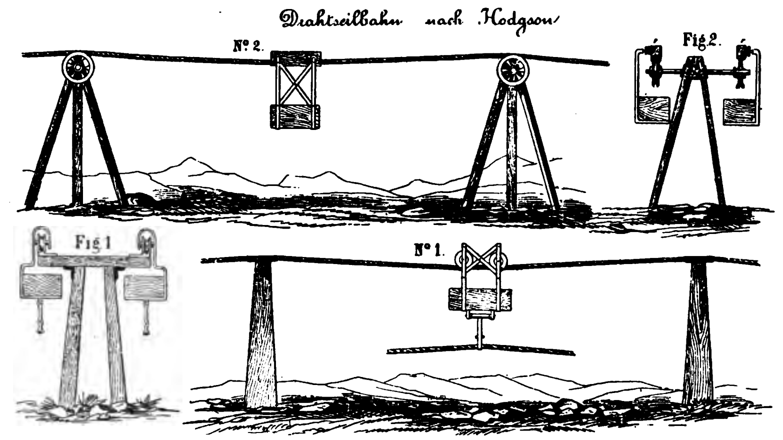


Fig. 9. Erste Skizze der Hodgsonschen Drahtseilbahnen (1869).

rode noch heute in Betrieb ist. Ihr Längsprofil zeigt Fig. 10, worin die Höhen im 12fachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Die aus Rundeisen von 26 mm Stärke bestehende Laufbahn ist in dem hochgelegenen Gipsbruch an einem Erdbock *E* befestigt, während am anderen

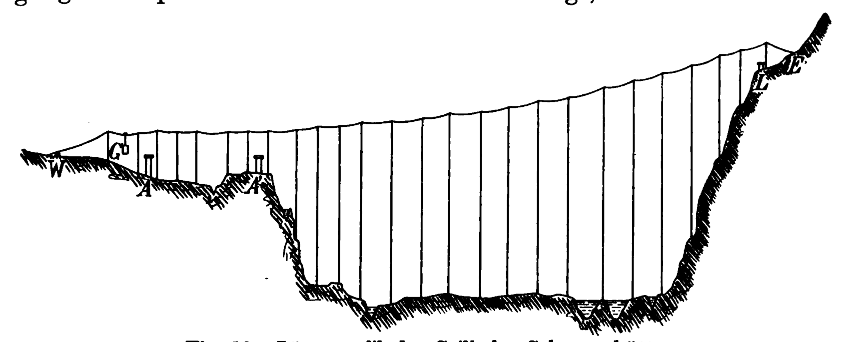


Fig. 10. Längsprofil der Seilbahn Schwarzehütte.

Ende bei *W* eine Winde steht, auf deren Trommel zur Veränderung der Spannung ein Stück Drahtseil, die Fortsetzung der Laufbahn, aufgewickelt werden kann. Um einen gewissen Spannungsausgleich selbsttätig herbeizuführen, ist außerdem zwischen den letzten Stützen bei *G* ein Gewicht in Form eines mit Steinen beschwerten Holzgestelles an der Laufbahn aufgehängt. *L* ist die Beladestelle; auf der gegenüberliegenden Seite befinden sich zwei Entladestellen *A* und *A'*. Die Gesamt-



Fig. 11. Streckenansicht der Seilbahn Schwarzehütte.



Fig. 12. Wagen der Seilbahn Schwarzehütte.

länge *EW* beträgt 447 m. Die Strecke mit den äußerst roh zusammengeschlagenen Holzstützen und der primitiven Aufhängung der Rundeisenbahn gibt Fig. 11 nach einer Photographie wieder. Es ist also auch nur ein Drahtriese, auf der die drei Wagen (Fig. 12) nacheinander frei herunterlaufen. Am letzten Wagen wird eine Leine angehängt, an der sie dann alle drei mittels einer kleinen Winde nach dem Gipsbruch zurückgezogen werden.

Die erste Ausführung, die in den allgemeinen Grundzügen der später als deutsches Seilbahnsystem bezeichneten Anordnung entsprach, indem sie

zwei nebeneinander fest verlagerte Tragseile als Fahrbahnen für die einzeln hintereinander herfahrenden Wagen und ein vollständig umlaufendes, maschinell bewegtes Zugseil enthielt, — eine Konstruktion, die von Hodgson und Cypher bereits vorerfunden war, — wurde von v. Dücker 1872 in der Nähe von Metz bei einer Anlage zur Beförderung von Boden und Baumaterialien für einen Festungsbau errichtet. Die Bahn konnte aber erst nach langen Versuchen im Mai, Juni und Juli 1873 in Betrieb kommen, nachdem eine Zahl wesentlicher Verbesserungen angebracht worden war, die offenbar den an dem Bau tätigen behördlichen Technikern zu verdanken sind. Der bei dieser Bahn verwendete Mitnehmer für die Wagen, ein Schraubenkuppelapparat — der übrigens schon 1870 von Obach in einem allerdings damals geheim gebliebenen österreichischen Privileg dargestellt worden war — ist ganz bestimmt nicht die Erfindung v. Dückers, da der amtliche Bericht über die Anlage ausdrücklich erwähnt, daß dieser Apparat auf Grund dortiger Versuche erst an Ort und Stelle konstruiert worden ist.

Die Spannvorrichtungen für Trag- und Zugseile waren an dieser Bahn noch so fehlerhaft konstruiert, daß ein ganz außerordentlich hoher Seilverschleiß die Folge war. Man kann die Metzer Anlage höchstens als Vorläufer der heutigen Bahnen nach dem Zweiseilsystem betrachten, das außer den doppelten Tragseilen und dem umlaufenden Zugseil noch eine Anzahl weiterer Einrichtungen besitzt, die erst einen dauernden und wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten. Hierher ist im Gegensatz zur Bahn Metz—Sablon namentlich die freie Auflagerung der Seile auf den Tragschuhen zu rechnen, durch die in Verbindung mit der für jedes Tragseil unabhängigen freihängenden Tragseilspannvorrichtung Längenänderungen der Tragseile ausgeglichen werden, ferner die Zugseilanspannung durch ebenfalls hängende Gewichte, die es gestatten, den während des Betriebes unausbleiblichen Dehnungen des Zugseiles Rechnung zu tragen, und schließlich auch das enge Zusammenrücken der Laufrollen der einzelnen Fahrzeuge und die pendelnde Aufhängung der Wagenkasten an den Laufwerken, wodurch nicht nur beliebige Steigungen des Geländes oder der Linienführung sondern auch die sich vor den Auflagerschuhen an den Stützen bildende Steigung ohne Gefährdung und Beschädigung der Tragseile überwunden wird. Alle diese wichtigen, zu dem System gehörenden Einzelheiten waren bei der Metzer Anlage nicht vorhanden. Sie war daher zweifellos ein Fehlschlag, was von den Behörden sehr wohl erkannt wurde und dazu führte, daß Anlagen dieser Art nie wieder verwandt wurden, woraus sich auch der Umstand erklärt, daß zwischen den v. Dückerschen Konstruktionen und der heutigen Zweiseilschwebebahn jeder organische Zusammenhang fehlt.

In demselben Jahr, in dem v. Dücker seine Bahn errichtete, baute König im Schlierental des Kantons Unterwalden eine Bremsseilbahn von 2100 m Gesamtlänge und dem Gefälle 1 : 3, um Holz aus einem sonst unzugänglichen Wald herunterzuschaffen. Es war eine Fortentwicklung der älteren, namentlich von Hohenstein gebauten Seilriesen, die in der Gesamtanordnung der vier Jahre früher von Cypher ausgebildeten Anlage ziemlich genau entsprach, nur waren die Einzelheiten äußerst roh zusammengeschlagen. Als Stützen dienten zum Teil vorhandene

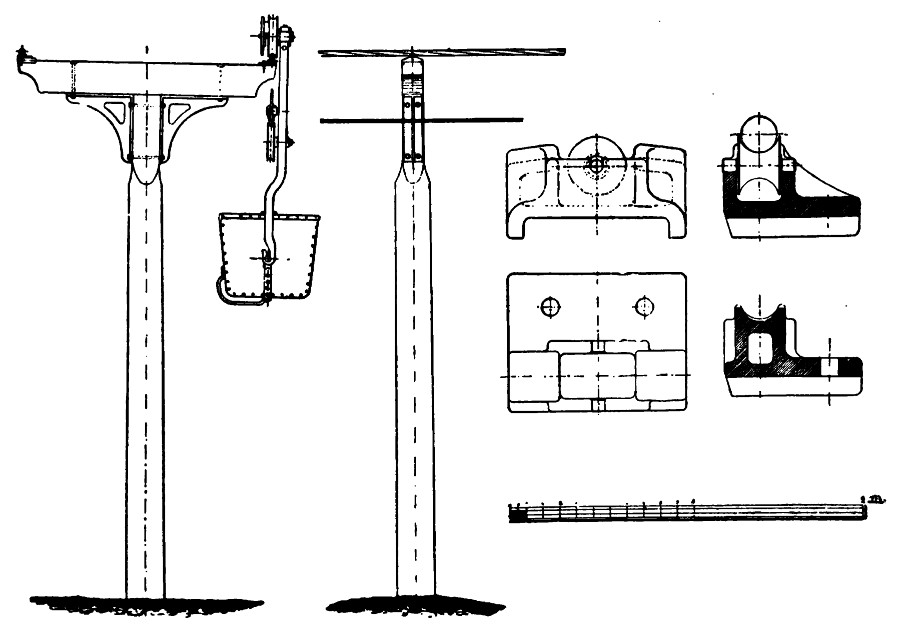


Fig. 13. Bleichertscher Entwurf einer Stütze.

Bäume u. dgl., an denen entsprechend der Anordnung von Hodgson für das englische Seilbahnsystem Rollen zur Auflagerung der Tragseile angebracht wurden. Erst später ersetzte man sie durch Tragschuhe, nachdem die Seile aus den unruhig laufenden Rollen öfter herausgesprungen waren. Wie mangelhaft die Einzelheiten durchgebildet waren, zeigt am besten die Angabe, daß bei dem doch recht erheblichen Gefälle der Anlage die herabgehende Last das Dreifache der hinaufgezogenen betragen mußte, damit die Wagen nicht auf der Strecke stehen blieben.

Eigentliche Fortschritte machte der Drahtseilbahnbau nur dort, wo sich ausgebildete Maschineningenieure seiner Konstruktion zuwandten. So brachte Hodgson das völlig durchkonstruierte und gut arbeitende englische System heraus, das freilich im allgemeinen nur

für ziemlich kleine Förderleistungen wirklich vorteilhaft ist, und betrieb den Bau und die Herstellung aller Einzelteile als Fabrikation. In Deutschland war es der Maschineningenieur Adolf Bleichert, der in den Jahren 1870 und 71 die Einzelheiten der Zweiseilbahn zum ersten Male sorgfältig ausarbeitete, so daß daraufhin ebenfalls die Fabrikation begonnen werden konnte.

Seine ersten Entwürfe zeigen schon alle noch jetzt gebräuchlichen Formen, wenn auch bei den zuerst transportierten kleinen Lasten in verhältnismäßig leichter Ausführung. Zum Vergleich mögen die Fig. 13 und 14 dienen, deren erste die Gesamtanordnung einer Bleichertschen

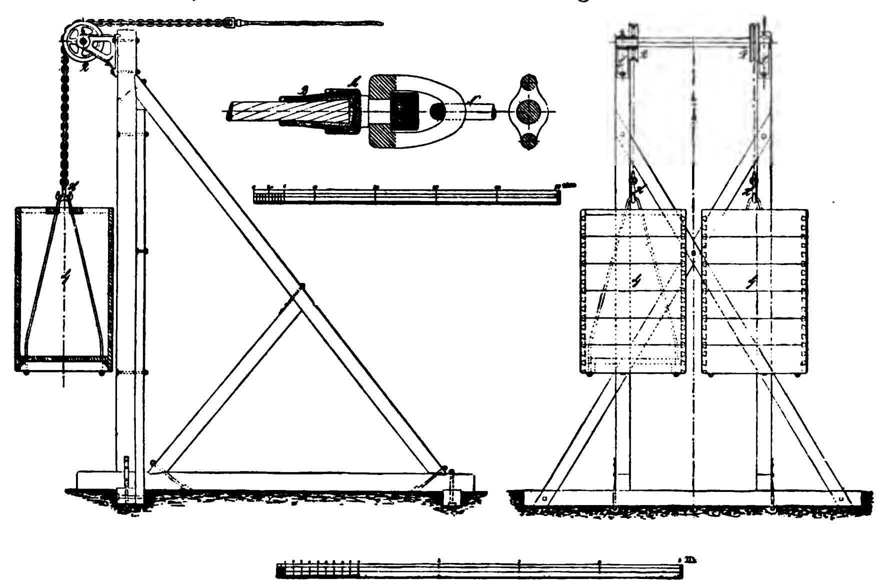


Fig. 14. Bleichertscher Entwurf einer Endspannvorrichtung.

Stütze mit dem eine Knotenkupplung besitzenden Wagen und in größerem Maßstab den Auflagerschuh mit einer zur Verminderung der Reibung eingelegten Tragrolle wiedergibt, während die zweite die Endspannvorrichtung der Tragbahn vermittels angehängter Gewichte darstellt. Auch die selbsttätige Zugseilspannvorrichtung wurde von Bleichert schon damals genau so angegeben, wie sie jetzt noch von manchen englischen Konstrukteuren bevorzugt wird. Alle Einzelheiten des Systems wurden dem Erfinder durch das D. R. P. 2934 geschützt.

Das Wesen der Bleichertschen Bauart ist an Hand von Fig. 15 leicht zu verstehen. Als Gleise dienen zwei parallel ausgespannte Seile, die an einem Ende fest verankert, auf der freien Strecke in passenden Abständen durch eiserne oder hölzerne Pfosten unterstützt und am anderen Ende durch Gewichte belastet sind, so daß sie unter

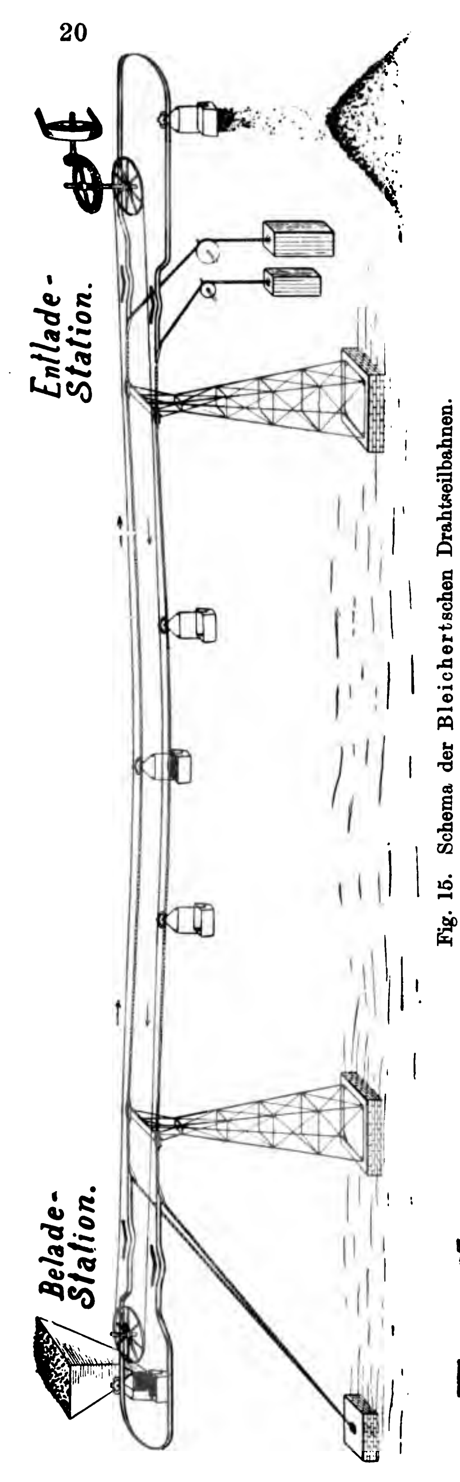


Fig. 15. Schema der Bleichertschen Drahtseilbahnen.

allen Umständen, bei jeder Belastungs- und Temperaturänderung die gleiche Spannung erhalten. Auf dem einen Seil verkehren die vollen Wagen von der Beladestation nach der Entladestelle, auf dem anderen Seil kehren sie leer zurück. In den Stationen sind die Seile durch gebogene Hängebahnschienen verbunden, so daß ein vollkommen in sich geschlossener Ring entsteht. Zur Bewegung der Wagen dient ein endloses, beständig in demselben Sinne umlaufendes Zugseil, das in den Stationen um große Endseilscheiben geführt wird, deren eine maschinell angetrieben wird, und an welches die Wagen in regelmäßigen Abständen angeklemmt werden. Die spezielle Ausbildung gebräuchlicher Stützen und die Art, wie die Wagen sie passieren, ist aus den Fig. 20 und 21 ersichtlich.

Seine erste zur Ausführung gekommene Bahn in Teutschenthal bei Halle konstruierte Bleichert als Oberingenieur der Halle-Leipziger Maschinenbau A.-G. in Schkeuditz im Jahre 1873. Einen bald nach ihrer Fertigstellung 1874 veröffentlichten Holzschnitt zeigt das Bild Fig. 16.



Fig. 16. Erste Bleichertsche Drahtseilbahn in Teutschenthal.

Ihr folgte die Versuchsbahn auf der Ziegelei **Brandt** in Leipzig-Gohlis, wo weitere Verbesserungen ausprobiert wurden und die den Ausgangspunkt für das heute in der ganzen Welt angewendete Zweiseilsystem bildet — mag man es nun **Bleichertsches** oder deutsches Seilbahnsystem nennen.



Fig. 17. „Offenes" Spiralseil.



Fig. 18. „Verschlossenes" Tragseil.

In den folgenden 40 Jahren hat die deutsche Maschinenindustrie den bekannten, vorher nicht im mindesten geahnten Aufschwung genommen, und die damals gerade entstehende Seilbahntechnik hat ihren entsprechenden Anteil daran. Sehr bald ersetzte man die aus



Fig. 19. Doppelte Streckenspannvorrichtung.

Rundeisen zusammengeschweißte Fahrbahn durch beste Stahlseile, deren Drähte, um den sich immer weiter steigernden Druck der Last aufnehmen zu können, ziemlich stark bemessen sind, so daß sich dafür nur die grobdrähtigen Spiralseile eigneten (Fig. 17), deren äußerste Lage manchmal noch etwas kräftiger gewählt wurde als der dem Raddruck nicht unmittelbar ausgesetzte innere Kern. Im Laufe der Zeit ist die Güte und Zerreißfestigkeit des dazu verwendeten Materials mit der

sich immer schneller entwickelnden Technik der Stahlerzeugung und -Verbesserung bis auf das $2^1/_2$fache der zuerst benutzten Qualitäten gestiegen. Da die Raddrücke in noch größerem Maß anwuchsen, so genügten diese Seile vielfach für die beladene Seite der Bahn nicht mehr und man ging zu den verschlossenen Seilen über, die eine vollkommen glatte Oberfläche besitzen, da die äußersten S-förmig profilierten Drähte sich seitlich voll aneinander legen (Fig. 18).



Fig. 20. Hölzerne Stütze normaler Ausführung.

Zur Anspannung dieser schweren Seile aus bestem Patent-Tiegel-Gußstahldraht sind naturgemäß große Gewichte erforderlich, deren Zug häufig von einer kräftigen Eisenkonstruktion aufgenommen wird. Eine solche Spannstelle oder Spannstation mit aus Betonwürfeln zusammengesetzten Gewichten in eisernen Rahmen zeigt z. B. Fig. 19. Die Seile sind in den Gegenstationen fest verankert, und an der Spannstelle sind daran besonders biegsame Seilstücke in Litzenkonstruktion angeschlossen, die über große Seilscheiben geleitet werden und die

Belastungsgewichte tragen. Diese müssen natürlich für die stärkeren Seile der Vollseite größer sein als für die weniger kräftigen Seile der Leerseite der Bahn. Es ist bemerkenswert, daß auch diese Einrichtung, die den Übergang der Wagen von der einen Tragseilstrecke zur anderen vermittels eingebauter fester Schienen gestattet, ohne daß sie sich vom Zugseil lösen, auf Bleichert zurückzuführen ist, dem sie durch das D. R. P. Nr. 13 979 geschützt war.

Für das Zugseil wird ebenfalls nur ein Drahtmaterial bester Qualität verwendet von nicht unter 120 kg Zerreißfestigkeit auf den Quadratmillimeter, dessen sechs Drahtseillitzen um die innere Hanfseele in



Fig. 21. Eiserne Stütze normaler Ausführung.

spezieller Konstruktion so herumgeschlagen sind, daß sich eine möglichst glatte Oberfläche ergibt. Bei nicht zu großen Wagenabständen und regelmäßiger Besetzung der Strecke wird es von den Wagen selbst getragen. Damit es jedoch niemals an den Querverbindungen der Stützen schleifen kann, sind dort besondere Zugseiltragrollen angeordnet, auf die sich das Seil auflegt, wie Fig. 20 zeigt, die den ganzen Aufbau einer Bleichertschen Holzstütze veranschaulicht. Während die hölzernen Stützen das ganze Fahrbahnprofil rahmenförmig umfassen, werden die eisernen Stützen gewöhnlich als schlanke Pyramiden ausgeführt, an welchen die Wagen außen vorbeilaufen (Fig. 21). Ob die Stützen und Stationen aus Holz oder Eisen hergestellt werden, hängt wesentlich

vom Preis der Baumaterialien und der verlangten Lebensdauer der Bahn ab, worauf an späterer Stelle ausführlicher eingegangen werden wird.

Die Seilbahnwagen setzen sich aus drei in der Regel wiederkehrenden Elementen zusammen, dem Laufwerk, Gehänge und Kasten. Am meisten schwankt in der Formgebung der Wagenkasten, der sich dem jedesmaligen Transportgut und -zweck genau anschließen muß. Für die meisten losen Massengüter wird ein aus Stahlblech gebogener und mit Winkel- und Flacheisen beschlagener Kasten verwendet, wie ihn z. B. Fig. 22 zeigt. Er ist an dem aus besonders starkem Flacheisen zusammengenieteten Wagengehänge so aufgehängt, daß er bei Auslösung der auf

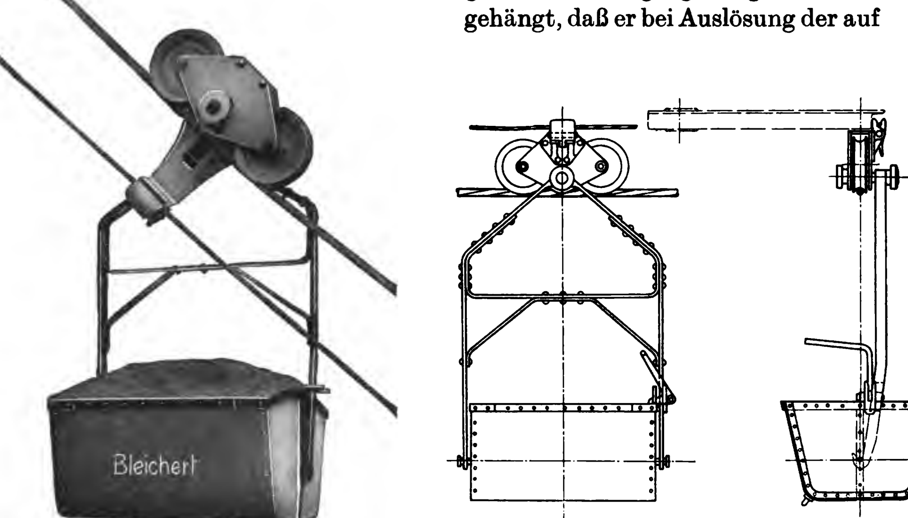


Fig. 22. Kastenwagen mit Unterseilkupplung.

Fig. 23. Kastenwagen mit Oberseilkupplung.

der rechten Seite der Figur sichtbaren Verriegelung entweder von selbst umkippt oder leicht von Hand gekippt und wieder aufgerichtet werden kann. Denselben Kasten nur mit einem anderen Laufwerk gibt Fig. 23 in einer technischen Zeichnung wieder. Hier sitzt die Feststellgabel an dem Kasten fest, und in sie legt sich der am Gehänge drehbare Winkelhebel ein, dessen zweiter Arm so gestaltet ist, daß er mit Sicherheit gegen einen entsprechend angeordneten Anschlag stößt und dann zurückfallend die Entleerung des von selbst umkippenden Kastens während der Fahrt hervorruft. Eine andere Kastenausführung zum Transport scharfkantiger Bruchsteine ist in Fig. 24 dargestellt, deren Wände zum Teil aus leicht auswechselbaren Holzknüppeln bestehen. Fig. 25 gibt einen Plattformwagen zum Transport von Ziegelsteinen u. dgl. wieder, dessen unterer Teil nach Abnahme des Gehänges auch auf Schmalspurgleisen laufen kann, Fig. 26 einen zum Schutz der darin

gelagerten Mehlsäcke gegen Regen und Schnee größtenteils geschlossenen Wagen. Bisweilen kann der Kasten ganz wegfallen, wenn es sich z. B. um den Transport von Fässern handelt, die dann auf dem



Fig. 24. Spezialkastenwagen mit alter Seilkupplung.



Fig. 25. Hängebahnwagen für Benutzung auf Schmalspurbahnen.

entsprechend geformten Gehänge aufliegen (Fig. 27), oder wenn größere Ballen zu befördern sind, die einfach auf dem unteren Teil des in eine flache Plattform auslaufenden Gehänges gelegt werden, wie z. B. bei



Fig. 26. Sacktransportwagen.



Fig. 27. Faßtransportwagen.

dem Transport von Strohballen u. dgl. (Fig. 28). Weitere Ausführungsformen werden in der Folge noch veranschaulicht werden.

Bei Kasten und Gehänge ist wegen der verschiedenartigen Anforderungen, die die Art des Transportgutes und sonstige spezielle Verhältnisse stellen, wohl eine Schematisierung möglich, jedoch keine

eigentliche Massenfabrikation nach ein für allemal feststehenden Normalien, die das Ideal des heutigen Fabrikbetriebes ist. Sie ist nur beim Laufwerk — dem eigentlichen Wagen — durchführbar, da aber auch bis in die geringste Kleinigkeit. Die Laufräder werden, um eine möglichst lange Lebensdauer zu erzielen, von Bleichert aus Tiegelgußstahl hergestellt, was bei dem dafür gezahlten Preise nur durch die Massenfabrikation möglich gemacht wird; sie laufen auf hohlen, zur Aufnahme von Starrschmiere eingerichteten Achsen aus harter Phosphorbronze mit langer Lauffläche, so daß auch der Verschleiß auf das geringste Maß herabgesetzt wird. Wenn im Laufe der Zeit die Abnutzung zu groß geworden ist, genügt eine halbe Umdrehung der Achse, um die bisher obere, frei gebliebene Seite nach unten zur Auflagerung zu

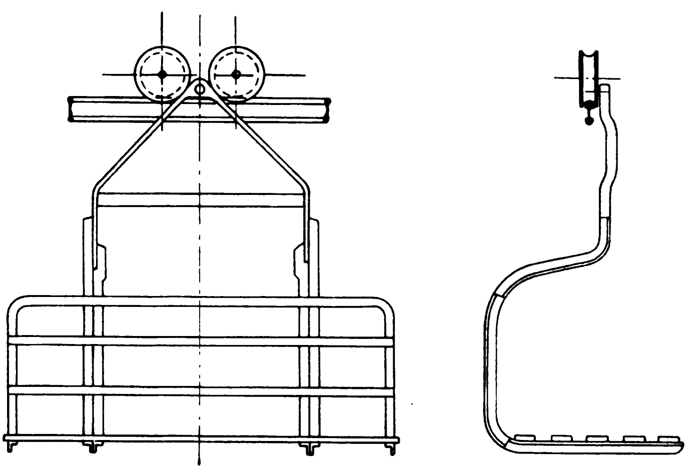


Fig. 28. Ballentransportwagen.

bringen und so die Lebensdauer zu verdoppeln. Gelagert sind die Achsen bei der jetzt gebräuchlichsten Ausführung in kräftigen Stahlblechschilden, die durch ein gußeisernes Zwischenstück miteinander verbunden werden.

Trotz des besten Materials ist naturgemäß Abnutzung und schließlicher Verschleiß unvermeidlich, wo bewegte Teile aufeinanderlaufen. Ein sofort passender Ersatz — und nur der ist ja allein brauchbar — kann aber nur durch Massenfabrikation nach einmal festgelegten unveränderlichen Normalien erfolgen. Nur auf die Weise ist es möglich, selbst nach vielen Jahren Teile zu liefern, die ohne jede Nacharbeit richtig funktionieren, sobald sie in das Laufwerk eingeschoben sind. Selbstverständlich müssen die Werkstatteinrichtungen einer Arbeit von immer gleicher Genauigkeit besonders angepaßt sein, was heutzutage nur in Spezialfabriken geschehen kann, und dann muß eine entsprechend

scharfe Kontrolle jedes einzelne Arbeitsstück bereits während der Fabrikation und noch einmal nach der Fertigstellung prüfen. Dazu dienen die sogenannten Toleranzlehren in der Hand eigens dafür angestellter Leute. Ein solches Meßwerkzeug mit gehärteten Stahlflächen, das z. B. zum Prüfen von Bolzen eines bestimmten Durchmessers dient, hat zwei Öffnungen, von denen die eine beispielsweise $^1/_{100}$ mm kleiner, die andere um denselben Betrag größer ist als das richtige Maß. Letzteres ist von der Werkstatt mit ausreichender Genauigkeit innegehalten worden, wenn die weitere Lehre über den Bolzen geht, die engere aber nicht mehr. Gehen beide Lehren darüber, so ist der Bolzen zu dünn, läßt sich keine von beiden herüberschieben, ist er zu dick. In beiden Fällen wird das Stück von dem Materialverwalter zurückgewiesen. Entsprechende bolzenähnliche Lehren werden für Bohrungen usw. benutzt.

Von hervorragender Bedeutung für einen gleichmäßigen, ohne Zwischenfälle arbeitenden und sparsamen Betrieb ist der Kuppelapparat, der die Wagen mit dem Zugseil verbindet. Es ist derjenige Teil, der seit Beginn der fabrikationsmäßigen Herstellung von Drahtseilbahnen die größten Wandlungen erfahren hat. Bei seinen ersten Ausführungen verwandte Bleichert am Seil angebrachte Knoten, die in einen Haken des Wagengehänges von Hand eingelegt wurden. Später ging er zu dem auf den Fig. 24 und 26 erscheinenden Exzenterklemmapparat über, der an einem Querstab des Gehänges angeordnet war. Bei ihm wurde das Zugseil zwischen der Rolle und dem darüber befindlichen Kreissegment durch einen Handgriff des den Wagen heranschiebenden Arbeiters eingespannt. Auch andere Apparate älterer Konstruktion sind am Gehänge befestigt und besitzen daher alle den wesentlichen Nachteil, daß der Angriff des Zugseiles weit entfernt vom eigentlichen Laufwerk erfolgt, so daß das Gehänge in starken Steigungen schief gezogen wird, was z. B. die eine amerikanische Ausführung wiedergebende Fig. 29 gut erkennen läßt. Naturgemäß kann dann der Rauminhalt des Wagenkastens nur zum Teil ausgenutzt werden, wenn kein Material herausfallen soll. Demgegenüber erscheint die Verbindung der Seilklemme mit dem Laufwerk als die zweckmäßigere, da dabei


Fig. 29. Amerikanische Drahtseilbahn.

der Wagenkasten auch in den stärksten Steigungen immer senkrecht hängt (vgl. Fig. 22).

Die Anforderungen, die sonst noch an einen Kuppelapparat gestellt werden, gipfeln darin, daß er absolut zuverlässig und unabhängig von der Sorgfalt der Bedienungsmannschaft arbeitet, also unbedingte Gewähr dafür bietet, daß kein Wagen auf die Strecke geht, ohne vollkommen sicher mit dem Zugseil gekuppelt zu sein. Zu ihrer Erfüllung ist nötig, daß sich das Zugseil völlig selbsttätig in die Kupplung einlegt und diese sich dann sofort ebenfalls rein automatisch schlag- und stoßfrei schließt, ohne daß der Arbeiter sich überhaupt darum kümmert. Dabei ist noch eins zu beachten: Das Zugseil enthält im Inneren eine nachgiebige Hanfseele, und unter dem Einfluß der auf das Seil wirkenden Zugkräfte und Kupplungsdrücke pressen sich die äußeren Litzen immer mehr in diese Hanfeinlage hinein, so daß das Seil im Laufe der Zeit oft um mehrere Millimeter dünner wird. Eine selbstverständliche Folgerung ist aber die, daß der Kuppelapparat ohne besondere Einstellung ein dünner gewordenes Seil ebenso sicher greifen muß wie ein neues, und auch nicht versagt, wenn etwa ein neues Seilstück irgendwo eingespleißt wird. Heutzutage wird seit dem Vorgang der Firma Adolf Bleichert & Co. meist auch verlangt, daß der Klemmdruck des Kuppelapparates zur möglichsten Schonung des Zugseiles der Last genau entspricht und keinesfalls, auch bei unachtsamster Bedienung und Unterhaltung der Anlage über ein bestimmtes, vorher festgesetztes Maß hinaus gesteigert werden kann, d. h. mit anderen Worten, der Klemmdruck soll vom Wagengewicht selbst hervorgebracht werden. Man erreicht damit noch den weiteren Vorteil, daß, je größer die Kraft ist, die für die Betätigung der Klemme herangezogen wird, um so kleiner das Übersetzungsverhältnis zur Erzielung eines bestimmten Klemmdrucks sein muß, also um so einfacher die Konstruktion des Kuppelapparates ausfallen kann. Damit wird der Apparat besonders für solche Betriebe wertvoll, die keine mechanische Werkstätte und nur mangelhaft geübte Schlosser zur Verfügung haben, denn er erfordert entschieden das Minimum von Kontrolle und Reparatur.

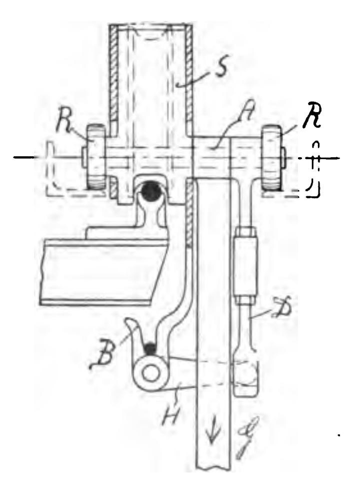


Fig. 30. Schema der Bleichertschen Unterseilkupplung.

Bei der Ausführung der Firma Bleichert, die die vorstehenden Forderungen zuerst in ihrer Gesamtheit verwirklicht hat, besteht der Kuppelapparat hauptsächlich aus einem einfachen Winkelhebel, dessen

kurzer Arm B (Fig. 30) als Klemmbacke ausgebildet ist und dessen längerer Arm H durch eine Druckstange D von dem am Hauptzapfen A angreifenden Gewicht G des Wagengehänges und der Last heruntergedrückt wird. An den An- und Abkuppelstellen laufen die kleinen Kuppelrollen R auf besondere Winkeleisenschienen auf und heben dadurch das Gewicht G so hoch an, daß das dort schräg nach oben geführte Seil die dann weit geöffnete Seilklemme frei passiert. Der ganze Vorgang voll-



Fig. 31. Kurvenumführung bei Oberseil.

zieht sich völlig stoßfrei, so daß es keine Schwierigkeiten macht, sogar mit der hohen Geschwindigkeit von 3 m/Sek zu fahren, während man zu Anfang nicht über 1—1,2 m/Sek hinausging und diese Geschwindigkeit vor der Einführung des selbsttätigen Kuppelapparates nicht über 1,5 m/Sek erhöhte.

Die in Fig. 30 dargestellte Form des Kuppelapparates wird für Bahnen mit starkem Gefälle verwendet, weil dort das Zugseil fast genau senkrecht unter dem Tragseil angeordnet werden kann, so daß die daran wirkenden Kräfte den Wagen unter keinen Umständen schief

zu stellen vermögen. Bei Bahnen mit wenig geneigten Strecken wird die Kupplung oft an dem oberen Teil des Laufwerkes angebracht (Fig. 23), wobei jedoch das Zugseil einige Zentimeter seitlich neben dem Tragseile zu liegen kommt.

Die Einführung dieser schmalen, wenig Platz beanspruchenden Klemme hat der Drahtseilbahntechnik noch einen erheblichen Fortschritt gebracht, insofern als mit ihr beliebige Kurven — gleichgültig ob bei Ober- oder Unterseil — vollständig automatisch durchfahren werden können, ohne daß der Wagen vom Zugseil abgekuppelt wird, was z. B.

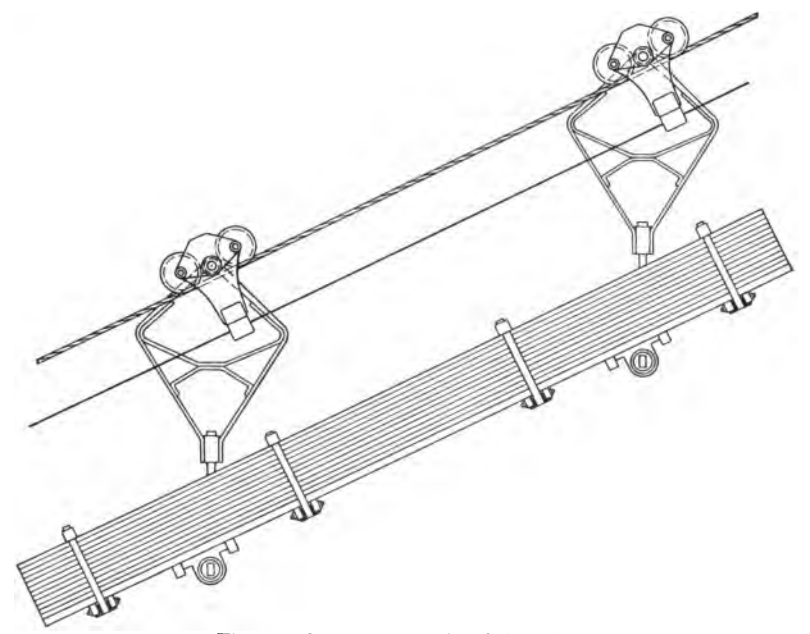


Fig. 32. Doppelwagen für Schnittholz.

Fig. 31 für den Bleichertschen Oberseilapparat zeigt. Damit ist die Verwendungsmöglichkeit der Seilbahnen eine erheblich größere geworden. Man kann jetzt, wie spätere Beispiele zeigen werden, Schüttgüter an einer Stelle aufgeben und an einer anderen Stelle der Fabrik nach Durchfahren beliebig vieler Krümmungen selbsttätig abgeben, ohne daß die geringste Bedienung erforderlich wird. Rechts- und Linkskurven lassen sich mit dem Automatkuppelapparat nur dann auf derselben Linie nacheinander ohne Lösung des Wagens vom Seil umfahren, wenn die Klemmen erhöht am Laufwerk angebracht werden. Um diesen Vorteil auch bei Unterseilapparaten zu erreichen, hat die Firma Adolf Bleichert & Co. neuerdings ein Modell zur Anwendung gebracht, bei dem die Klemmen das Zugseil von oben her

greifen. Die eine Klemme ist dabei so ausgebildet, daß sie den Zapfen für das Gehänge enthält (vgl. Fig. 33).

Den automatischen Kuppelapparaten ist es zu danken, daß nicht nur die Geschwindigkeit der Drahtseilbahnen erhöht werden konnte, sondern auch die Leistungsfähigkeit. Da nämlich das Ankuppeln der Wagen an das Zugseil sehr wenig Zeit erfordert, kann die Zeitfolge der Wagen sehr kurz gehalten werden. Das Maximum der in einem bestimmten Zeitraum zu befördernden Wagen dürfte mit 250 Stück in der Stunde bei einem Nutzinhalt jedes Wagens von 1 Tonne so ziemlich erreicht sein. Es ist dies die Drahtseilbahnanlage der Vivero Iron Ore Co., die

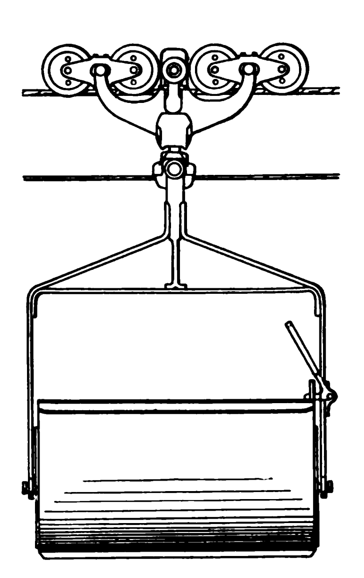




Fig. 33. Vierrädriges Laufwerk, Seitenansicht.



Fig. 34. Vierrädriges Laufwerk, Schaubild.

im weiteren Teile dieser Ausführungen eingehender behandelt wird. Hier folgen sich die Wagen in Abständen von 14,4 Sekunden. Wenn daher eine weitere Steigerung der Leistung durch Vergrößerung der stündlichen Wagenzahl nicht durchführbar ist, so mußte man andere Wege einschlagen, um das Ziel zu erreichen. Man konnte entweder die Förderanlage in mehrere einzelne, wenn auch auf denselben Stützen verlegte Bahnen teilen (vgl. Fig. 83, 85, 221), oder aber die Einzellasten jedes Wagens erhöhen. Beide Wege hat die Seilbahntechnik eingeschlagen und sich bei der Erhöhung der Einzellasten vierrädriger Laufwerke bedient, um die Raddrücke in der üblichen Grenze zu halten. Ursprünglich wandte man in diesem Falle zwei zweirädrige Laufwerke

für eine Einzellast an, die oft nur durch das Zugseil und die Last verbunden wurden. Ein Beispiel dafür bietet die Fig. 32, die an zwei voneinander sonst unabhängigen Gehängen bzw. Wagen geschnittenes Langholz zeigt, das zur Sicherheit gegen Abrutschen noch durch übergelegte Schraubbügel gehalten wird. Später verband man die beiden Laufwerke durch eine Traverse, an der das Fördergefäß aufgehängt wurde, wie Fig. 33 angibt, die die Bleichertsche Konstruktion eines vierrädrigen Laufwerks mit untenliegender Klemme in der Seitenansicht darstellt. Diese, in Fig. 34 noch einmal nach einer Photographie wiedergegebene Bauart weist alle Vorteile einer modernen Ausführung auf, hauptsächlich die Möglichkeit einer Umfahrung von Rechts- und Linkskurven



Fig. 35. Doppelwagen mit vierrädrigen Laufwerken.

nacheinander und eine geringe Bauhöhe über der Laufbahn, ein Umstand, der das Aufsetzen solcher Laufwerke auch auf bestehende Bahnen gestattet, ohne daß in den Stationen Änderungen an den Tragkonstruktionen vorzunehmen sind.

Durch Ausnutzung beider Möglichkeiten der Steigerung der Leistungsfähigkeit ist es bei der von Adolf Bleichert & Co. ausgeführten Anlage für die Mines et Carrières de Flamanville gelungen, die Stundenleistung dieser mit vierrädrigen Laufwerken ausgerüsteten Doppelbahn bis auf 500 t zu erhöhen.

Durch die Verbindung zweier vierrädriger Laufwerke kann man weiterhin ganz außerordentlich große Einzellasten mit Drahtseilbahnen fördern. So zeigt Fig. 35 einen Baumstamm an zwei Doppellaufwerken.

Es handelt sich bei diesen Transporten um Stämme bis zu 1,5 m Durchmesser und um Stammlängen bis zu 18 m, deren Einzelgewichte annähernd 3 t betragen.

Von etwas anderer Konstruktion sind die Laufwerke und Wagen der neuerdings in Aufnahme kommenden Personenschwebebahnen, die ebenfalls Einzellasten von mehr als 4 t befördern. Auf diese Konstruktionen soll in einem späteren Kapitel eingegangen werden.

Natürlich erfolgte der Fortschritt langsam aber zielbewußt, und es gehört eine große Summe von Spezialerfahrungen dazu, für jeden vorliegenden Fall gerade das Richtige zu treffen und eine einwandfrei arbeitende Anlage zu schaffen. Hocherfahrene Konstrukteure, eine vorzüglich eingerichtete Werkstatt und bestes Material müssen sich ergänzen, um wirklich brauchbare Drahtseilbahnen zu erstellen, die anstandslos lange Jahre hindurch in derselben Weise zur Zufriedenheit der Besteller arbeiten.

II. Beispiele aus der Anwendung der Drahtseilbahnen.

1. Große Gebirgsbahnen.

Die ersten Drahtriesen haben der Erschließung von sonst für Fuhrwerke unzugänglichen Gebirgsstellen gedient (vgl. z. B. Fig. 7), und das ist auch heute noch der Zweck vieler vorhandener und zum Bau kommender Drahtseilbahnen. Naturgemäß können gerade in gebirgigen Gegenden die Verkehrsstraßen — sowohl Eisenbahnen wie Chausseen — nicht ein so dichtes Netz bilden wie etwa auf dem flachen Lande und deshalb haben wenigstens die neueren Anlagen der Art gewöhnlich eine recht bedeutende Länge.

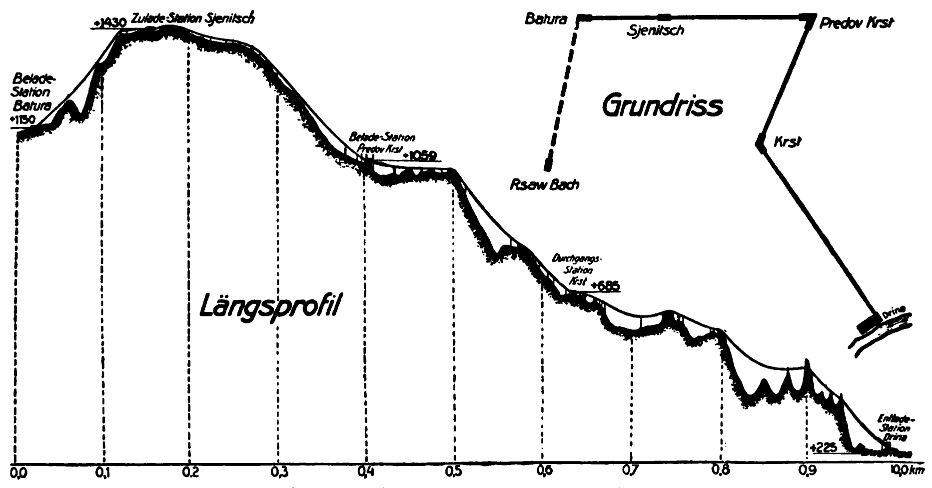


Fig. 36. Längsprofil und Plan der Holztransportbahn Prometna Banka.

Die Holztransportbahn der Prometna Banka in Serbien, die Holzstämme bis zu 18 m Länge und 3000 kg Einzelgewicht befördert, ist z. B. 9,75 km lang. Sie durchzieht ein äußerst schwieriges und anderweitig überhaupt unzugängliches Gebirge, wie das Längsprofil (Fig. 36) deutlich erkennen läßt, dessen Höhen im $2^1/_2$ fachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Einen Einblick in die Gestaltung des Geländes gewähren die Fig. 37 und 38. Im Vordergrund der ersteren sieht man eine besonders hohe, aus Holz gezimmerte Stütze; die zweite Abbildung zeigt ein Stück einer weiten, das Gebirgstal ohne Zwischenstützen überschreitenden Spannweite von 800 m, die auf der einen

Seite von einer so schroffen Bergkuppe begrenzt wird, daß zur Gewinnung eines guten und sicheren Überganges in das dahinterliegende Gefälle ein Tunnel durchgeschlagen werden mußte.

Derartige Holztransporte müssen selbstverständlich genau so wie auf der Eisenbahn vermittels Doppelwagen befördert werden, die häufig nur durch das Holz selbst miteinander gekuppelt werden. Vielfach endigen zu dem Zweck die Wagengehänge in Ketten, die um die Holz-



Fig. 37. Hohe Holzstütze der serbischen Bahn.

stämme so fest herumgelegt werden, daß diese auch in der größten Steigung nicht von selbst herausrutschen können (Fig. 39), oder die Stämme liegen auf großen hakenförmigen Bügeln auf und werden durch darübergelegte, fest angezogene Ketten gegen Abrutschen gesichert (Fig. 35 und 40). Damit diese Doppelwagen auch kleine Kurven der Stationen leicht durchfahren können, sind die Tragbügel nach einer der Firma Adolf Bleichert & Co. geschützten Konstruktion in dem Wagengehänge frei drehbar gelagert.

Wo es angängig ist, legt man das Sägewerk gleich oben im Walde an, um nur verkaufswürdige Lasten und nicht auch den ganzen Abfall mit zu transportieren. Zur Beförderung von Schnittholz, dessen Kanten geschont werden müssen, und das sich viel leichter verschiebt als rohe



Fig. 38. Talübergang der serbischen Holztransportbahn.

Stämme, dienen dann Doppelwagen nach Fig. 32, deren Verwendung das Schaubild (Fig. 41) noch besser klarmacht. An das Gehänge setzt sich ein rechteckiger Rahmen an, der seitlich frei drehbar ist und in den das Schnittholz eingelegt wird. Dann werden Holzkeile zwischen Rahmen und Last eingetrieben, die die letztere fest zusammenpressen und mit dem Rahmen sicher verbinden. Vielfach werden, um die Last

noch besser zu fassen, außerdem einzelne Preßrahmen um die Hölzer herumgelegt. Die ganze Anordnung ist der Firma Bleichert ebenfalls geschützt.

Die Entladestationen solcher Bahnen, die nur Stammholz nach dem tiefer gelegenen Sägewerk befördern, erhalten gewöhnlich eine größere Länge, als sonst üblich ist, um die Hölzer nach Art und Verwendungs-

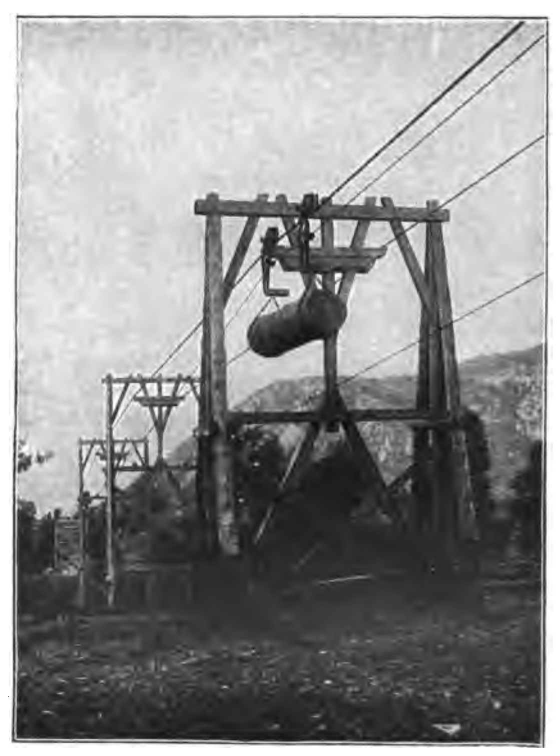


Fig. 39. Holzstütze und Kettenbefestigung des Rundholzes.

zweck von vornherein ohne besondere Mehrarbeit auf dem Platze zu trennen. Die Station wird dann so hoch gelegt, daß die Stämme nach Lösung von den Seilbahnwagengehängen mit Hilfe eines daruntergefahrenen Schmalspurwagens (vgl. Fig. 240b) auf einem schrägen Balkenrost sogleich nach der Lagerstelle rollen bzw. gleiten (Fig. 42).

Eine der bedeutendsten und schwierigsten Anlagen der Art ist die von Bleichert 1909 fertiggestellte 8,9 km lange Bahn in Deutsch-Ostafrika, die das Hochplateau des Schummewaldes mit der Usambara-Eisenbahn verbindet. Dieses Hochplateau Westusambaras, das sich mit einzelnen Kuppen bis auf 2500 m über dem Meeresspiegel erhebt, liegt i. M. etwa auf 2000 m Höhe und seine Ränder fallen an vielen Stellen

nahezu senkrecht (vgl. Fig. 43) bis in die Massaisteppe ab, die sich auf ungefähr 500 m Höhe über dem Meeresspiegel ausbreitet. Da dem Haupt-

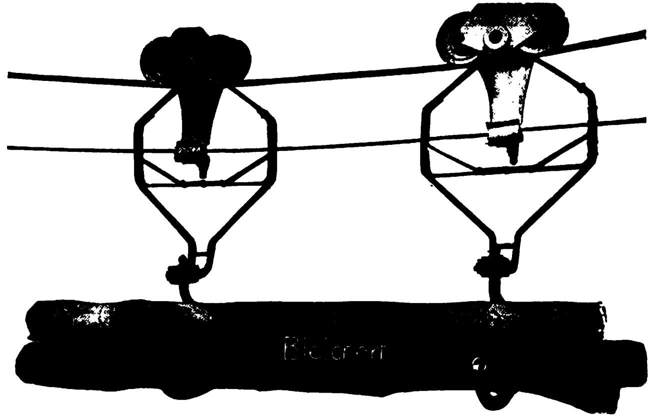


Fig. 40 Rundholzwagen mit Tragbügeln.

gebirgsstock, durch tiefe Schluchten davon getrennt, noch einzelne niedrigere, wenn auch fast ebenso steile Höhenrücken vorgelagert sind, so war es äußerst schwierig, sogar eine für die Drahtseilbahn geeignete Trace ausfindig zu machen. Es gelang nur dadurch, daß die Linie zweimal an den steilen Abhängen zweier Bergkegel durch Winkelstationen abgelenkt wurde, für die der geringe erforderliche Platz nur durch größere Sprengarbeiten zu gewinnen war (Fig. 43). So ist schließlich das in Fig. 44 dargestellte Profil erhalten worden, dessen Höhen im doppelten Maßstab der Längen aufgetragen sind, und das die bei der Trassierung und dem Bau der Bahn entstandenen Schwierigkeiten kaum ahnen läßt.



Fig. 41. Schnittholzdoppelwagen mit Schraubbügeln.

Die Anlage ist zurzeit die steilste Seilbahn der Welt: Ihr Hauptteil von dem noch erhöhten Plateaurande bis an die unten in der Steppe gelegene Eisenbahnstation Mkumbara

hat das Gesamtgefälle 1 : 4,8, und unterhalb der ersten Winkelstation befindet sich ein Gefälle von 41° oder 86%. Von diesem Streckenteil gibt Fig. 45 ein anschauliches Bild; nach abwärts geht gerade ein geschnittener Stamm, nach oben werden Wasserleitungsrohre geschafft. Die größte freie Spannweite der Bahn mußte trotz der geschickten Anordnung der Winkelstationen noch eine Länge von 900 m erhalten. Fig. 46 zeigt dieselbe. Im Hintergrunde des Bildes erkennt man die untere Winkelstation und oben auf der Höhe die obere, im Vordergrunde erscheint ein Teil der Spannvorrichtung für die Tragseile. Um einen Be-



Fig. 42. Entladestation einer Rundholztransportbahn.

griff von den steilen Gebirgsabfällen und der Kühnheit der Linienführung zu erhalten, muß man sich vergegenwärtigen, daß die horizontale Länge zwischen den Endpunkten der Strecke, soweit diese auf dem Bilde erkennbar ist, noch keine 2 km beträgt bei 710 m, also fast $^3/_4$ km Höhenunterschied von der Spannstation bis zur oberen Winkelstation.

Die Bahn dient einem doppelten Zweck, einmal soll sie die in dem Urwald vorhandenen Zedern- und Podocarpusstämme von zum Teil riesigen Abmessungen zur Eisenbahn ins Tal befördern und dann hat sie Nahrungsmittel und sonstige Waren nach oben zu bringen. Da es nicht vorgesehen wurde, die starken Stämme von häufig 2 m Durchmesser am Stammende in einer Ladung zu befördern, so ist von der Firma Wilkins & Wiese am Ausgangspunkt der Seilbahn ein voll-



Fig. 43. Winkelstation I der Usambara-Gebirgsbahn.

ständiges, modern eingerichtetes Sägewerk angelegt worden. Später, wenn der Wald mehr und mehr gelichtet sein wird, soll eine ausgedehnte Besiedelung des die günstigsten klimatischen Verhältnisse für Ackerbau und Viehzucht bietenden Geländes stattfinden, und die Bahn wird so das wichtigste Beförderungsmittel für den ganzen Güterverkehr der Gegend und auch für Personen bilden.

Das Zugseil der Anlage ist wegen der großen Länge der Bahn in zwei einzelne Kreisläufe zerlegt worden, die in der unteren Winkelstation zusammentreffen, aber zwangläufig miteinander verbunden sind. Bei reinem Abwärtstransport arbeitet die Bahn selbsttätig und entwickelt einen ziemlich erheblichen Energieüberschuß; da jedoch der oberste Teil der Strecke eine nicht unbedeutende Gegensteigung besitzt und die Aufwärtstransporte mitunter größer sind als die abwärts gehenden, so ist auch maschineller Antrieb durch einen Elektromotor vorgesehen. Weil ja in den Abfallhölzern Brennmaterial im Überfluß zur Verfügung steht, wird die überschüssige Energie durch einen hydraulischen, vollkommen selbsttätigen Bremsregulator aufgezehrt, der für alle bei hinreichender Belastung ohne Antrieb laufenden Seilbahnen von hohem Wert ist.

Fig. 44. Längsprofil und Plan der Usambara-Gebirgsbahn.

Während hier wertvolle Hölzer als Ladegut und die Besiedelungsfähigkeit des Hinterlandes den Bau einer solchen außergewöhnlich

kühnen Bahnanlage rechtfertigen, hat anderwärts die große Wirtschaftlichkeit der Drahtseilbahnen umfangreiche Anlagen dieser Art in schwierigen Gebirgsgegenden hervorgerufen, selbst wenn es sich um verhältnismäßig billige Fördergüter wie beispielsweise Kohle handelte. So ist in China ein Bleichertsches Drahtseilbahnnetz von insgesamt 23 km Länge erbaut worden, das sich weit in den Gebirgen westlich von Peking verzweigt, um die dort befindlichen Kohlenlager aufzuschließen und die Kohle nach der Station Toli, dem Endpunkt einer Zweigstrecke der chinesischen Zentralbahn zu schaffen. Einen Teil der Drahtseilbahn zeigt die Fig. 47, die auch die Unzugänglichkeit des Gebirges gut erkennen

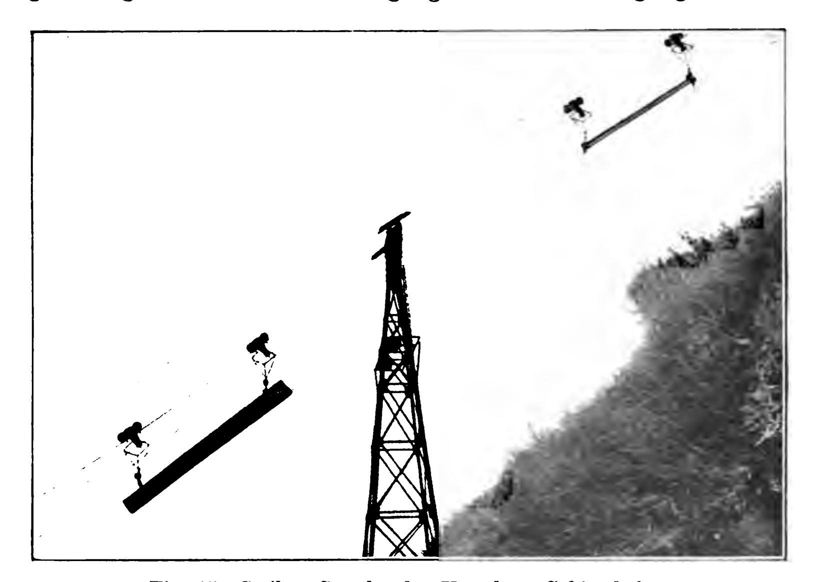


Fig. 45. Steilste Strecke der Usambara-Gebirgsbahn.

läßt. Wie zerklüftet und für jedes andere maschinelle Transportmittel direkt unwegsam es ist, geht noch genauer aus den Profilen der drei Strecken hervor, die Fig. 48 enthält. Die Höhen sind darin im 4 fachen Maßstab der Längen dargestellt. Da die Berge gänzlich von Wald entblößt sind, so wird die ganze Gegend nicht selten durch Stürme in ein einziges Staubmeer gehüllt, wodurch z. B. die Vermessungsarbeiten, die außerdem mitten im harten Winter vorgenommen werden mußten, für die europäischen Ingenieure zeitweise unmöglich gemacht wurden.

Die Ausbeutung dieser Kohlenlager ist schon eine ziemlich alte, jedoch erfolgte der Transport bisher auf den Rücken von Eseln und Kamelen, die in langem, endlosen Zug die schmale Straße zu Tal zogen, und erst jetzt beginnen die Spediteure, die einflußreiche Gilde der Pekinger Salzkaufleute, den Transport im großen nach europäischer

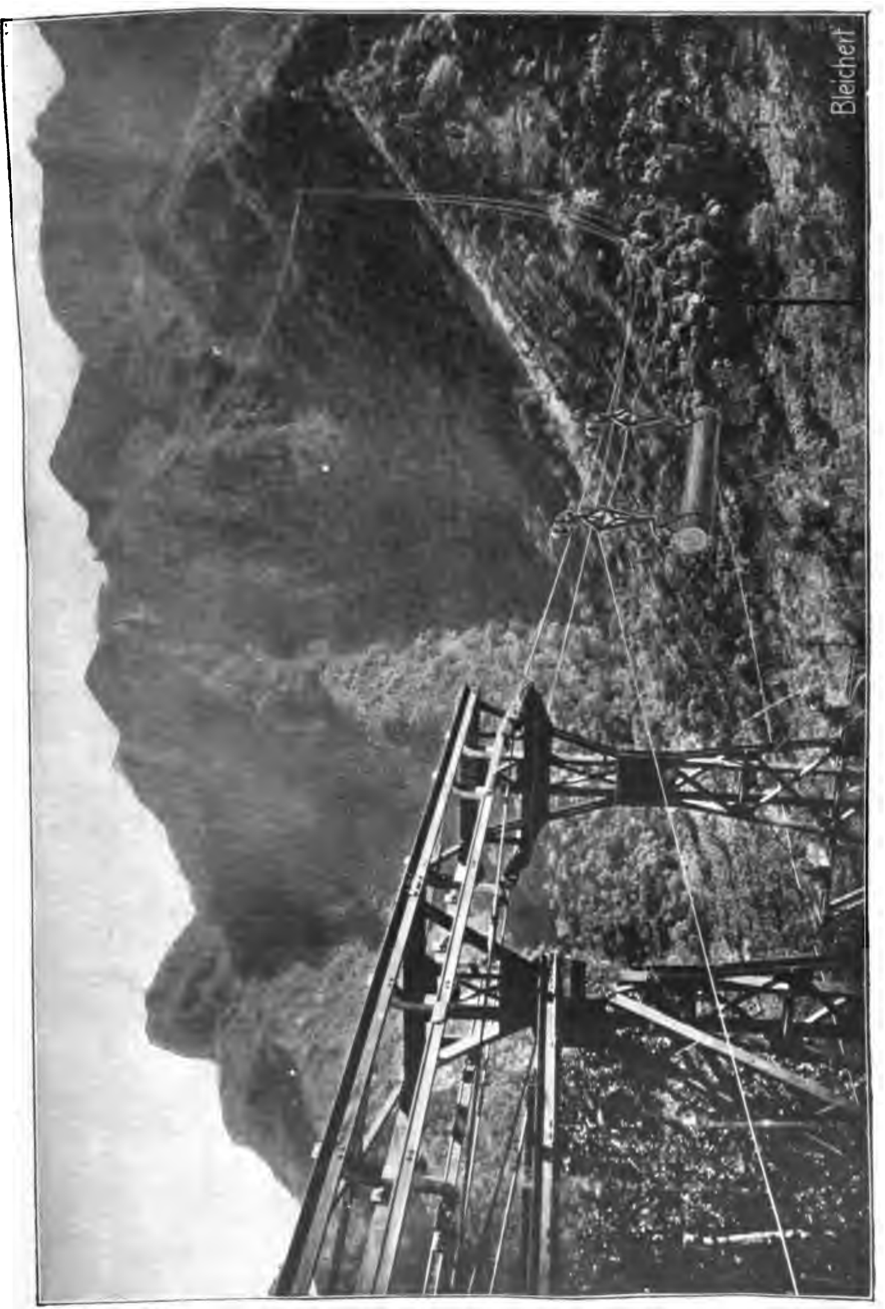


Fig. 46. Größte Spannweite der Usambara-Gebirgsbahn.



Fig. 47. Streckenbild der Kohlentransportbahn bei Peking.

Methode zu betreiben und die Grubenbesitzer zu rationellem Bergbau zu veranlassen.

Die erste große Anlage ähnlicher Art und noch immer die bedeutendste ist die von Bleichert für die Argentinische Republik zur Erschließung der hoch in den Kordilleren, 4600 m über dem Meeresspiegel, also fast auf der Höhe der Montblanc-Kuppe gelegenen Famatina-Minen im Jahre 1904 vollendete Seilbahn. Schon seit Jahrhunderten wurde in dieser kaum zugänglichen Einöde (Fig. 49) Kupferbergbau betrieben, dessen Erträgnisse auf schmalen Saumpfaden durch Maultiere zu Tal geschafft werden mußten, ein Transport, der ungefähr 3 Tage in Anspruch nahm und die Tonne Erz um 54 Mark verteuerte. Als die Minen an eine englische Gesellschaft zur intensiven Ausbeutung verpachtet wurden, forderte diese eine gute Bahnverbindung mit der nächsten Stadt Chilecito, bei der Schmelzwerke zur Verhüttung der Erze angelegt werden sollten. Jedoch scheiterten alle

vorgeschlagenen Projekte an den Schwierigkeiten des Geländes, und selbst den Amerikanern, die als wagemutige Eisenbahnpioniere be-

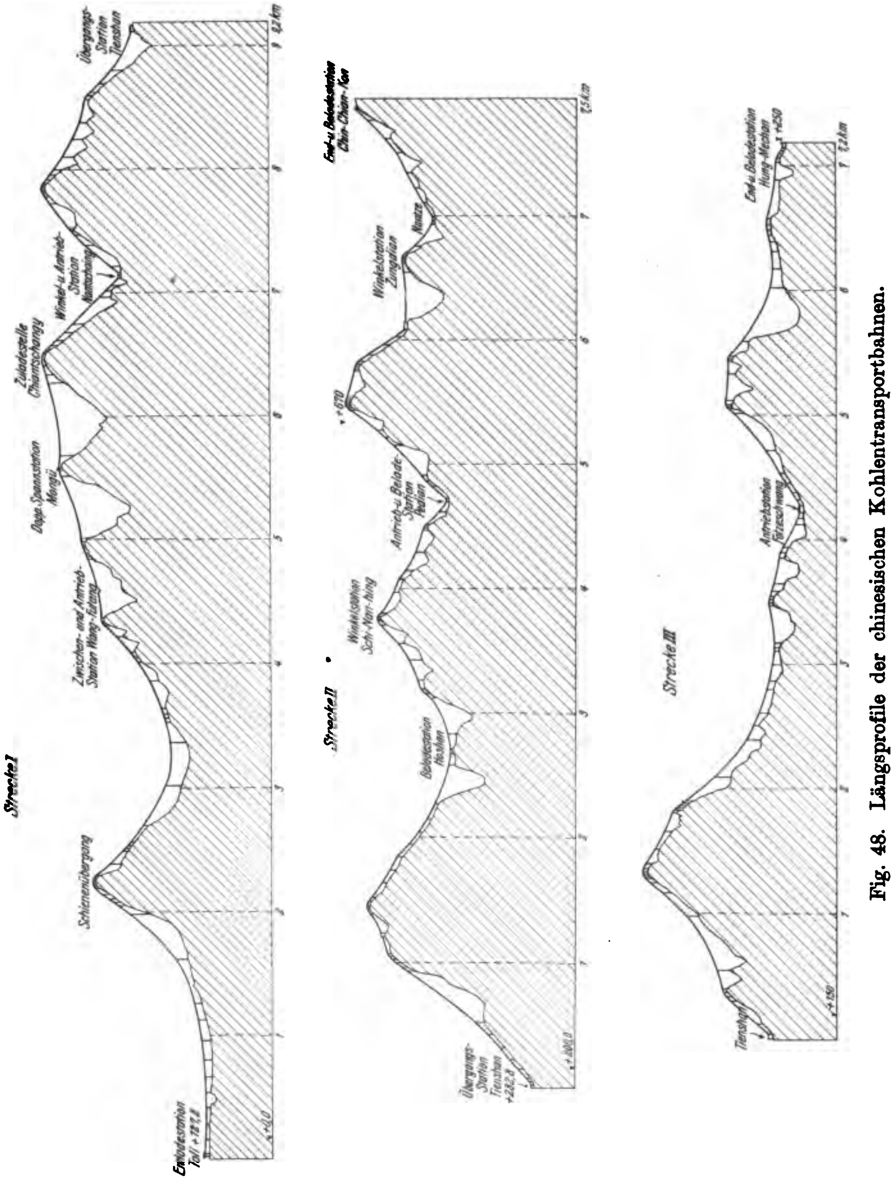


Fig. 48. Längsprofile der chinesischen Kohlentransportbahnen.

kannt sind, schien die Herstellung einer regelmäßigen, sicheren Verbindung unausführbar, bis man sich entschloß, die deutsche Seilbahntechnik zur Hilfe zu rufen.

Die auf Grund eingehender Geländestudien erbaute 34 km lange Drahtseilbahn schließt sich in Chilecito auf 1080 m Meereshöhe, noch im Gebiet der brennenden Tropensonne, an die Eisenbahn an und steigt anfänglich, in der Ebene sich hinziehend, nur wenig an, bis sie bei Kilometer 9 die erste Zwischenstation erreicht, von denen im ganzen sieben vorhanden sind, die die Bahn in acht miteinander verbundene und durch besondere Maschinen angetriebene Teilstrecken zerlegen. Hier beginnt das eigentliche Gebirge (Fig. 50), in dem die Linie dauernd ansteigt, oft im Verhältnis 1 : 2, wobei sie zwischenliegende Täler mit Spannweiten von 700—800 m mehrere 100 m über der Talsohle überschreitet (Fig. 51). Das Längsprofil der Anlage zeigt Fig. 52. An zwei



Fig. 49. Blick in das Kordillerengebirge bei den Famatinaminen.

Stellen mußte man, um zu scharfe Bruchpunkte der Trasse zu vermeiden, entgegenstehende Bergkuppen durchtunneln. Der größere dieser Tunnels hat eine Länge von 275 m, und die Laufbahn besteht darin, um die lichte Höhe möglichst gering zu halten, nicht aus Seilen, die sich unter der Last immer etwas durchsenken, sondern aus Hängebahnschienen, die vermittels einer Eisenkonstruktion an der Decke des Tunnels aufgehängt sind (Fig. 53). Im ganzen besitzt die Bahn 275 Seilstützen, von denen einige die bedeutende Höhe von 50 m aufweisen.

Die Anlage hat nach ihrer Fertigstellung den Erfolg gezeitigt, daß die Fracht für 1000 kg sich heute bei einer stündlichen Leistung von 40 t auf 5,30 Mark stellt, also auf den zehnten Teil des früheren Betrages. Dabei kann die frühere Jahresförderung von 4000 t jetzt mit Hilfe der



Fig. 50. Untere Strecke der Kordillerenbahn.



Fig. 51. Große Spannweite der Kordillerenbahn.

Seilbahn in 4 Tagen erledigt werden; letztere hat also eine viel intensivere Ausnutzung der Minen herbeigeführt. Außerdem gestattet die Bahn, die auch während der schlimmsten Schneestürme arbeitet (Fig. 54), das ganze Jahr hindurch zu fördern, während man vorher mit Rücksicht auf die Witterungsverhältnisse den Frachtverkehr und damit den Betrieb der Minen höchstens 4 Monate aufrecht erhalten konnte. Die Durchhaltung des Bergbaubetriebes ist nicht nur dadurch möglich geworden, daß die Drahtseilbahn ununterbrochen die Erze zu Tal fördert, sondern auch die für den gesamten Betrieb der Minen nötigen Baustoffe, Arbeitsgeräte und Materialien, die Lebensmittel und sogar das Wasser für die Arbeiter usw. nach oben schafft. Ferner vermittelt sie fast den ganzen Personenverkehr auf das Gebirge, für den besondere geschlossene Wagen gebaut worden sind, die die Passagiere gegen alle Unbilden des Wetters schützen. Auf diese Weise ist der durch die Fig. 55—57 veranschaulichte Wagenpark der Bahn ein recht reichhaltiger geworden.

2. Verbindung der Gewinnungsstelle mit der Eisenbahn, dem Wasserwege oder dem Werk in der Ebene.

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen großen Gebirgsbahnen erschließen mehr oder weniger das ganze benachbarte Gebiet und ein ausgedehntes Hinterland. Sie werden daher selten für ein einziges Transportgut allein benutzt, wenn auch eines natürlich den größten Anteil an der Verfrachtung hat. Ihr Erfolg ist der, daß die sonst ganz enormen Transportkosten auf einen geringen Bruchteil

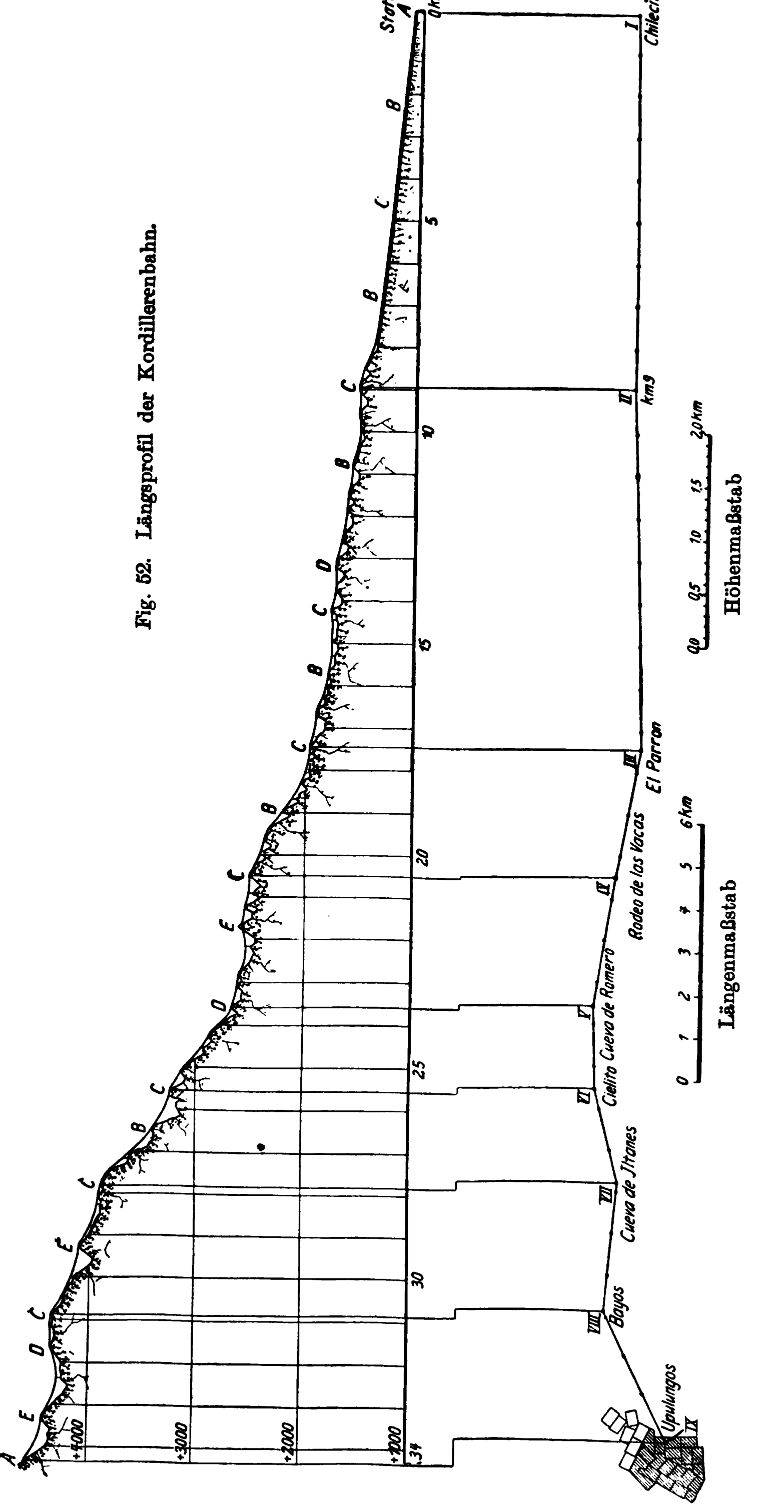


Fig. 52. Längsprofil der Kordillerenbahn.

herabgesetzt werden, der allerdings infolge der Amortisation und Verzinsung des im Verhältnis zu den an anderen Stellen aufgewendeten Baukosten vergleichsweise hohen Anlagekapitales an sich noch immer hoch erscheint. Die geringsten Betriebsausgaben und Transportkosten — auf die Tonne des geförderten Materials umgerechnet — ergeben die Drahtseilbahnen in einem nur hügeligen oder auch ebenen Gelände. Es liegt dies daran, daß die technischen Schwierigkeiten der Trassierung, der Heranschaffung des gesamten Baumaterials und der Aufstellung fortfallen, ohne daß andererseits die Bahnen eine geringere Länge zu haben brauchen. Gewöhnlich pflegt die Bahnlänge allerdings eine kleinere zu sein, weil die betreffenden Gebiete meist von geeigneten Schienen- oder Wasserwegen in dichterem Netz durchzogen sind; am häufigsten liegt sie zwischen 0,2—4 km. Im folgenden sollen einige Beispiele solcher Bahnen vorgeführt werden, die an Stellen errichtet wurden, wo auch andere Beförderungsmittel technisch anwendbar waren und die Drahtseilbahn doch wegen ihrer einfachen Anlage und des billigen und bequemen Betriebes vorgezogen wurde.



Fig. 53. Ende einer Tunnelstrecke der Kordillerenbahn.



Fig. 54. Obere Strecke der Kordillerenbahn im Schnee.

Eine häufig vorkommende Aufgabe ist die Verbindung von Steinbrüchen oder Tonlagern und dergleichen mit der nächstgelegenen Eisenbahnstation. Die Steinbrüche pflegen vielfach an einem Abhang zu liegen, während die Eisenbahn in einiger Entfernung davon durch die Täler oder die vorgelagerte Ebene geht; in dem Fall ist die Drahtseilbahn entschieden von vornherein das vorteilhafteste Beförderungsmittel, insofern, als sie oft von

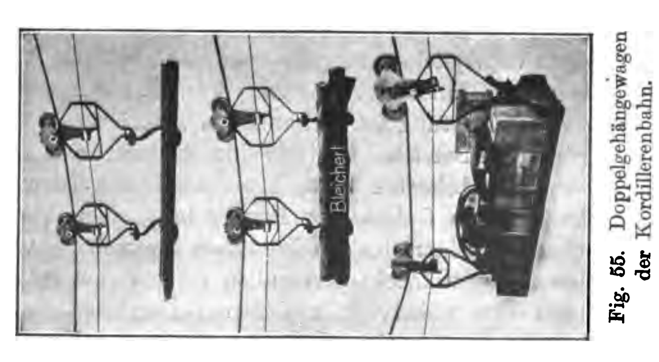


Fig. 55. Doppelgehängewagen der Kordillerenbahn.

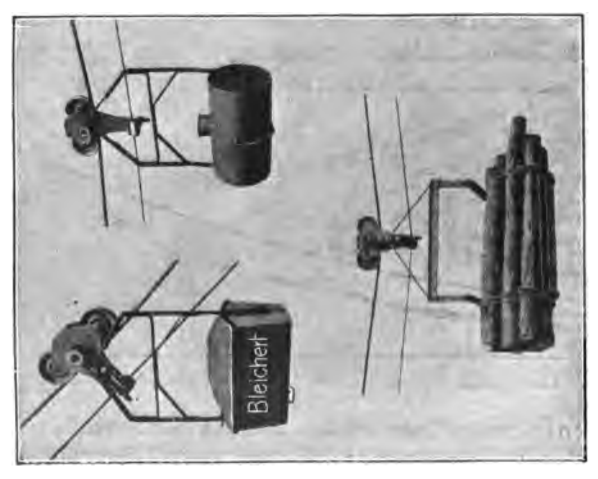


Fig. 56. Kasten-, Faß- und Plattformwagen der Kordillerenbahn.

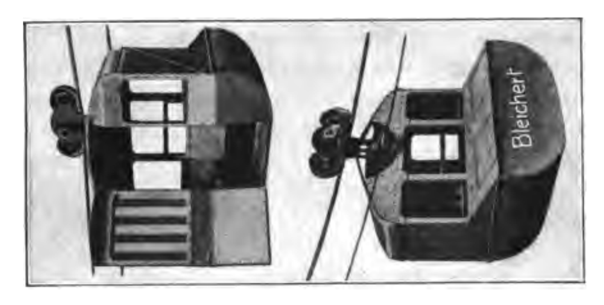


Fig. 57. Personenwagen der Kordillerenbahn.

selbst läuft, ohne Kraftzufuhr durch einen Motor, da die beladenen Wagen die leichteren leeren Wagen wieder zur Beladestelle zurückziehen.

Fig. 58 zeigt das Längsprofil einer solchen, schon seit einer Reihe von Jahren immer gleichmäßig arbeitenden Anlage, die zum Transport von Porphyr-Bruchsteinen in Dossenheim bei Heidelberg gebaut worden ist. Der an der „Bergstraße“ gelegene Steinbruch zerfällt in mehrere Galerien, die sich in etwa 130—180 m Höhe über der Rheinebene befinden. Die dort abgesprengten und grob von Hand zerkleinerten Steine werden in jeder Galerie auf Kippwagen zu einer Siloanlage gebracht und in die einzelnen Abteilungen derselben (Fig. 59) abgestürzt. Den Silos entnimmt die Bleichertsche Drahtseilbahn von insgesamt 620 m Länge die Bruchsteine und schafft sie nach den an der Eisenbahn und Landstraße stehenden Brechern, von wo das fertige Chausseematerial verladen wird.

Bei dem Höhenunterschied von etwa 100 m zwischen der Beladestation und der Beschickbühne der Steinbrecher und dem fast gleichmäßig abfallenden Gelände wäre auch noch die Anlage eines Bremsberges

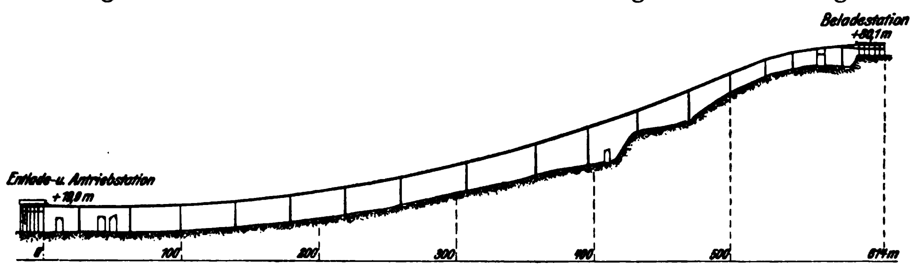


Fig. 58. Längsprofil der Bruchsteintransportbahn in Dossenheim.

möglich gewesen, wie er in Tonwerken besonders häufig vorkommt, wobei die weitere Verbindung durch eine Schmalspurbahn herzustellen gewesen wäre. Dann hätte man aber am Brechwerk noch Elevatoren aufstellen müssen, die die Bruchsteine vom Erdboden aus auf die Höhe der Einwurftrichter der Steinbrecher förderten. Dazu wäre als weiterer besonderer Nachteil der größere Raumbedarf der Bremsberganlage und Schmalspurbahn getreten, der gerade im vorliegenden Falle, wo das Quadratmeter des dortigen vorzüglichen Ackerbodens mit etwa 3 Mark bewertet wird, recht erhebliche Grunderwerbskosten verursacht hätte, abgesehen davon, daß die Überschreitung der vorhandenen Verkehrswege ohne Störung des beiderseitigen Betriebes nur mit einer bedeutenden Erhöhung der Anlage- bzw. Betriebskosten hätte bewerkstelligt werden können.

Der mit der höchsten Galerie des Porphyrbruches in Verbindung stehende Silo ersetzt seinerseits wieder einen Bremsberg von etwa 60 m Förderhöhe und gewährleistet vor allen Dingen eine vollkommen gleichmäßige, von den selbstverständlichen Unregelmäßigkeiten des Steinbruchbetriebes unabhängige Materialentnahme. Die Kuppel-

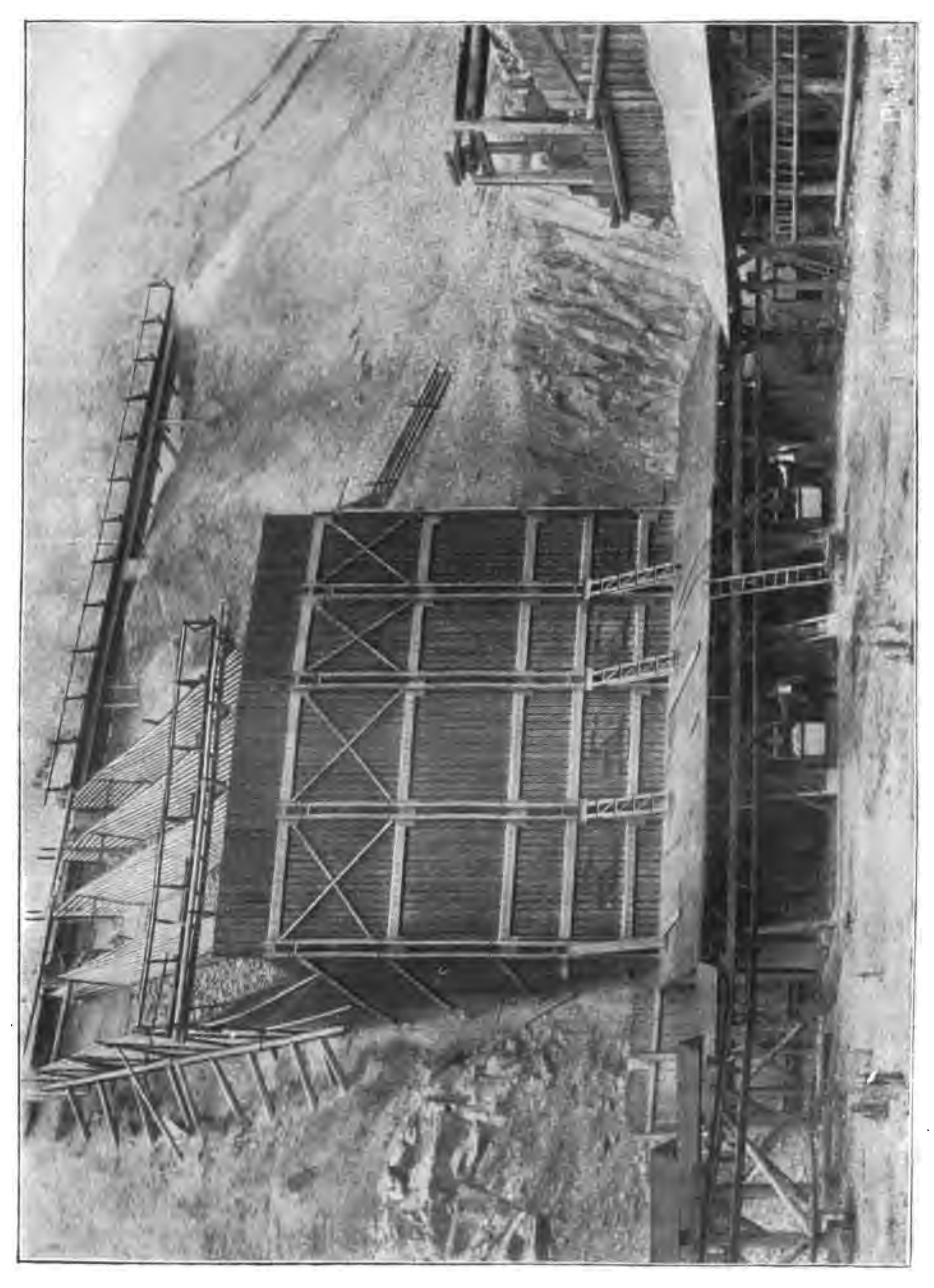


Fig. 59. Siloanlage und Beladestation in Dossenheim.

station der Seilbahn ist davon mit Rücksicht auf besondere örtliche Verhältnisse etwa 40 m entfernt, und man hat nun die Kuppelstelle der leer ankommenden Wagen höher angeordnet als die der abgehenden vollen, derart, daß die ersteren von der Einlaufstelle aus dem Füllort mit Gefälle zulaufen und umgekehrt die vollen wieder von selbst im gleichen Gefälle nach der Kuppelstelle zurückkehren. In der Entladestation entkuppeln sich die Wagen selbsttätig und laufen den Fülltrichtern der verschiedenen Steinbrecher oder den beiden dort angeordneten Silos für rohe Bruchsteine zu; die entsprechenden Weichen werden von den die Steinbrecher bzw. Silos bedienenden Arbeitern, die von ihrem Platze die Art des im herankommenden Wagen enthaltenen Materials frühzeitig genug erkennen können, von dort aus durch dünne Zugseile eingestellt. Für die direkte Bedienung der Seilbahn sind also nur zwei Mann, in jeder Kuppelstation einer, erforderlich.

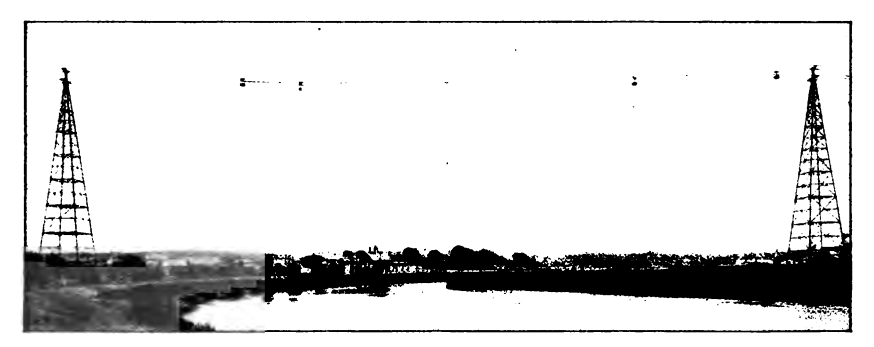


Fig. 60. Flußübergang der Drahtseilbahn Itzehoe.

Außerordentlich charakteristisch ist weiter die Drahtseilbahn der Portlandzementfabrik Alsen bei Itzehoe, weil sie eine der längsten in der Ebene gebauten Seilbahnen ist und außer verschiedenen Feldwegen und öffentlichen Straßen ein schiffbarer Fluß überschritten werden mußte. Da gefordert war, daß die Schiffe mit ihren hohen Masten ungehindert unter der Drahtseilbahn durchfahren sollten, war es nötig, die Stützen auf beiden Ufern des Flusses so hoch auszuführen, daß das Zugseil, welches infolge seiner geringen Spannung wesentlich mehr durchhängt als das Tragseil, im ungünstigsten Falle noch immer 46 m über dem Wasser frei läßt. Das erforderte eine Stützenhöhe von 52 m (Fig. 60). Naturgemäß verteuern derartige außergewöhnlich hohe Stützen die Anlage etwas, jedoch wäre jede andere Transportvorrichtung, z. B. eine durch Dampfkraft oder elektrisch betriebene Schmalspurbahn, wegen der erforderlichen Grunderwerbskosten und des Umweges über die nächstgelegene Straßenbrücke von vornherein unrentabel gewesen, abgesehen davon, daß die direkten Betriebskosten einer Drahtseilbahn

wegen des automatischen Arbeitens verschwindend gering sind gegenüber denen einer Schmalspurbahn.

Zweck der Drahtseilbahn ist die Verbindung eines mächtigen Tonlagers mit der zur Zementfabrik führenden Nebenbahn. Jedoch ist die Schwebebahn nicht bis in die Grube hineingeführt, sondern schließt sich an eine doppelte Seilförderanlage an, die die Schmalspurwagen aus der Grube hinauf zur Seilbahnstation bringt (Fig. 61). Die leichten Schmalspurgleise und auch die ganze Seilförderanlage können nötigenfalls einfacher von einem Punkt, der abgebaut ist, nach einer anderen Stelle umgelegt werden als die Hängebahnkonstruktion oder die Endstation der Drahtseilbahn, die feste Tragkonstruktionen braucht, um die schweren und stark angespannten Tragseile zu halten. Aus dem



Fig. 61. Seilförderanlage für die Drahtseilbahn Itzehoe.

gleichen Grunde werden in vielen Fällen Schienenseilbahnen als Zubringer zur Drahtseilbahn benutzt (vgl. Fig. 72).

Die leer auf der Drahtseilbahn zurückkommenden Wagenkasten werden aus dem Gehänge herausgehoben und in der folgenden einfachen Weise auf Unterwagen abgesetzt: Direkt unter dem Hängebahngleis der Station, das an der Stelle etwas Gefälle besitzt, läuft ein Gleis der Schmalspurbahn hin, auf dem die Unterwagen zur Aufnahme von einem oder auch je zwei Seilbahnlasten herangefahren werden. Der Arbeiter schiebt nun den Seilbahnwagen und auch den Unterwagen gleichzeitig vor sich her, wobei sich der Wagenkasten auf der geneigten Hängebahnschiene etwas senkt, auf den Unterwagen aufsetzt und schließlich das Gehänge entlastet, so daß es einfach zur Seite umgeschlagen werden kann. Ebenso findet das Einhängen der Wagenkasten auf der Beladeseite der Seilbahn statt, in der Weise, wie es in Fig. 62 dargestellt ist.

Es ist dies die übliche Verbindung einer Schmalspurbahn mit einer Drahtseilbahn. Die Arbeiter erlangen sehr bald eine große Geschicklichkeit im An- und Abhängen der Kasten, so daß auch diese Arbeit von einigen wenigen Leuten ausgeführt wird.

Die Entladestation der Anlage ist ein langgestreckter, hochliegender Bau (Fig. 63), an dessen Eingang die Wagen sich selbsttätig vom Zugseil lösen, worauf sie von Hand bis an die Rutschen geschoben werden, auf denen das Material in die bereitstehenden Kleinbahnwagen fällt.

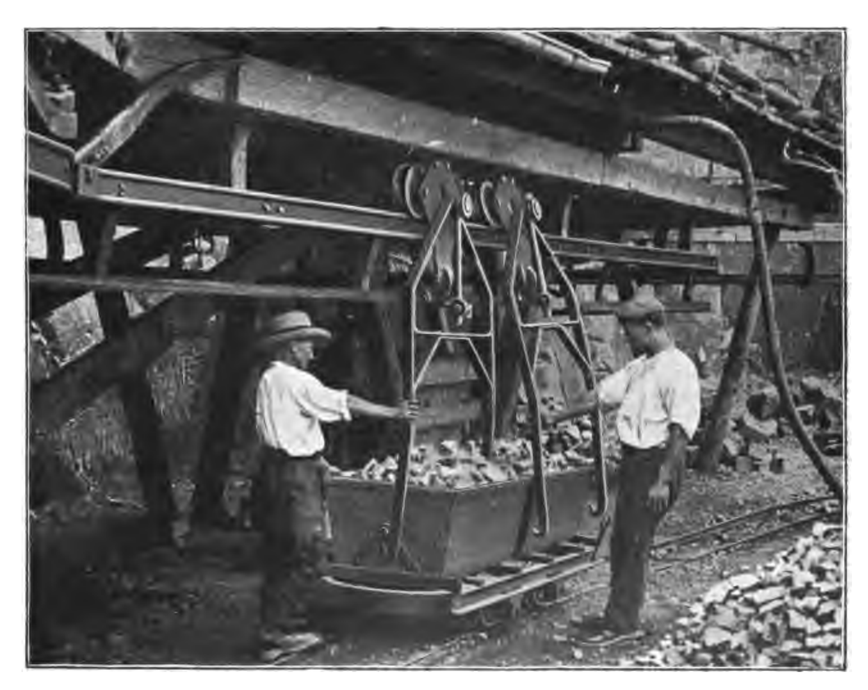


Fig. 62. Einhängen der Wagenkasten in die Gehänge.

Eine ähnliche, wenn auch nur kurze Bahn von 575 m Länge ist die der Solvaywerke in Dombasle an der Meurthe, die stündlich 200 t Kalksteine vom Steinbruch nach dem Fluß zu fördern hat, wo die Entladung in Kähne erfolgt. Einen Teil der Linie stellt die Fig. 64 dar. Sie überschreitet das Flußtal und den daneben liegenden Kanal auf einer Reihe eiserner Stützen, deren Fundamente so hoch aufgebaut sind, daß sie bei Überschwemmungen noch immer aus der Flut emporragen. Auch wird eine im Tal entlanglaufende Eisenbahnlinie überschritten, die durch eine hohe, gleichzeitig als Doppelstütze ausgebildete Schutzbrücke gegen etwa herabfallende Teile der Last gesichert ist. Die Bahn geht am Ende auf einer festen Brücke über den Fluß und Kanal hinweg

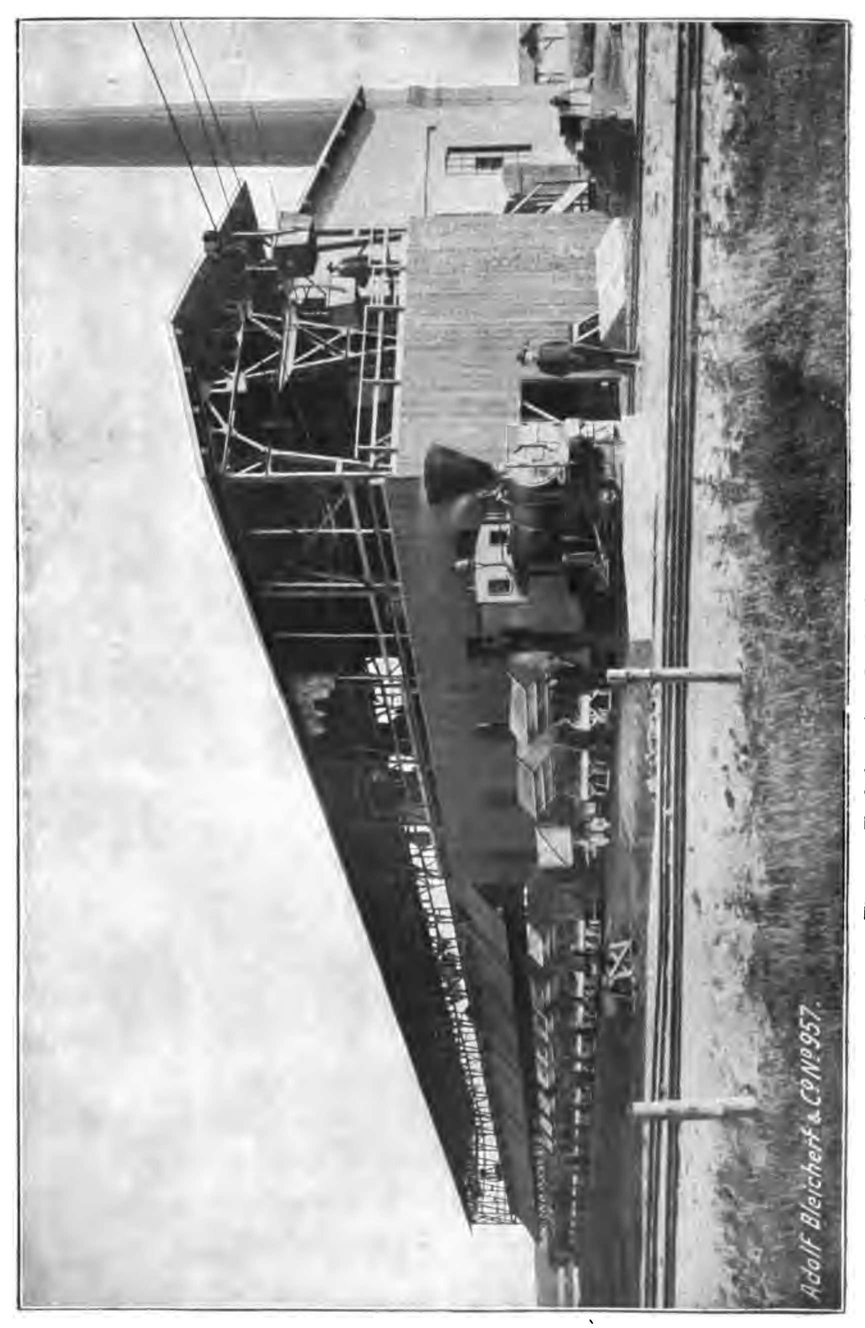


Fig. 63. Entladestation der Drahtseilbahn Itzehoe.

und biegt dann im rechten Winkel ab, um so die sich am Ufer entlangziehende Stapelanlage zu bestreichen (Fig. 65). Die Wagen umfahren



Fig. 64. Übergang der Drahtseilbahn Dombasle über das Flußtal.

sowohl die Ablenkungsscheibe der Winkelstation als auch die Endumführungsscheibe ohne Lösung vom Zugseil, so daß an der Entlade-



Fig. 65. Entladestation der Drahtseilbahn Dombasle.

stelle nur ein Mann gebraucht wird, welcher den Anschlag von Zeit zu Zeit versetzt, der die Wagen über den Silos selbsttätig zum Auskippen bringt. Es sind hier komplette Förderwagen verwandt worden, die in

derselben durch Fig. 62 veranschaulichten Weise in die Seilbahngehänge eingehängt werden und deren Inhalt 1000 kg beträgt. Sie folgen sich bei der großen Stundenleistung der Bahn in Zeitabschnitten von i. M. 18 Sekunden oder, da die Zugseilgeschwindigkeit 1,25 m/sek beträgt, in 22, 5 m Abstand.

In den beiden vorbesprochenen Fällen bildet die Drahtseilbahn nur ein Glied des ganzen Transportsystems, indem sie die Lagerstelle des Materials mit der Eisenbahn oder dem Fluß verbindet, während die Fernverkehrswege den Weitertransport zum Werk übernehmen. Wenn möglich, wird man suchen, diesen Zwischentransport mit der Eisenbahn oder zu Schiff zu vermeiden, und wird das Werk entweder an den Endpunkt der Drahtseilbahn legen, die Eisenbahn also nur für den Abtransport



Fig. 66. Beladestation der Drahtseilbahn in Liebertwolkwitz.

der fertigen Produkte benutzen oder aber das Werk am Lagerort des Rohmaterials errichten und die Produkte mit der Drahtseilbahn zur Eisenbahnstation schaffen. Da man die Fertigfabrikate, die oft eine sorgfältige Verpackung erfordern, ungern mehr als nötig umladet, ist die erstgenannte Anordnung wohl die häufigere, wenigstens bei Neuanlagen.

Die Drahtseilbahn erweist sich oft auch dann noch als vorteilhafter wie andere Transportmittel, wenn die Grube schon dicht bei der Eisenbahn bzw. dem Werk liegt, wie es z. B. bei den Sächsischen Tonsteinwerken in Liebertwolkwitz der Fall ist, deren Bahn nur eine Länge von 200 m besitzt. Das Tonlager erstreckt sich hier bei geringer Breite über eine ganz beträchtliche Länge in gerader Richtung, und die ziemlich schnell ab- und wieder aufzubauende Beladestation der



Fig. 67. Einmündung der Drahtseilbahn Liebertwolkwitz in das Fabrikgebäude.

Seilbahn (Fig. 66) wird von Zeit zu Zeit, dem fortschreitenden Abbau folgend, nach hinten zurückgezogen. Jede andere Transportvorrichtung würde den Ton unten in der Fabrik abgeben, und es wären noch Aufzüge bzw. Elevatoren nötig, um ihn nach den Aufgabetrichtern der Verarbeitungsmaschinen zu schaffen. Die Seilbahn mündet dagegen

ungezwungen oben in das Fabrikgebäude ein (Fig. 67), und in dieser zweckmäßigsten und zugleich einfachsten Zubringung des Transportgutes liegt gerade bei kurzer Bahnlänge ihr wesentlichster Vorteil.

Eine nach anderer Richtung sehr charakteristische Anlage ist die der Hüttenroder Kalkwerke bei Blankenburg am Harz. Hier war zunächst zu entscheiden, ob man das Werk an den 4 km von der Eisenbahnstrecke Blankenburg — Rübeland entfernten Steinbruch oder an die Station Hüttenrode legen sollte. Man entschloß sich zu dem letzteren Platz, weil sich dadurch auch für die ankommenden Güter, wie Baumaterialien und Kohlen, die geringsten Frachtkosten ergaben. Und gerade das pflegt bei Neuanlagen von Fabriken oft mit entscheidend zu sein, wenn größere Mengen von Kohlen oder Rohstoffen mit der Eisenbahn ankommen. Ursprünglich hatte man nun die Absicht, zur Zubringung der Kalksteine nach der Fabrik eine Schmalspurbahn zu bauen, kam jedoch davon ab, weil die Linie über eine freiliegende, unwirtliche Hochebene führt und daher im Winter häufigen Betriebsstörungen durch Schneeverwehungen und Rauhreif ausgesetzt gewesen wäre. Auch stellte sich bei genauer Durchprüfung heraus, daß eine Schmalspurbahn weniger rentabel gewesen wäre als die schließlich errichtete Drahtseilbahn, deren stündliche Förderleistung 75 t beträgt.

Der im Steinbruch gewonnene Kalkstein wird in den Drahtseilbahnwagenkästen auf untergesetzten

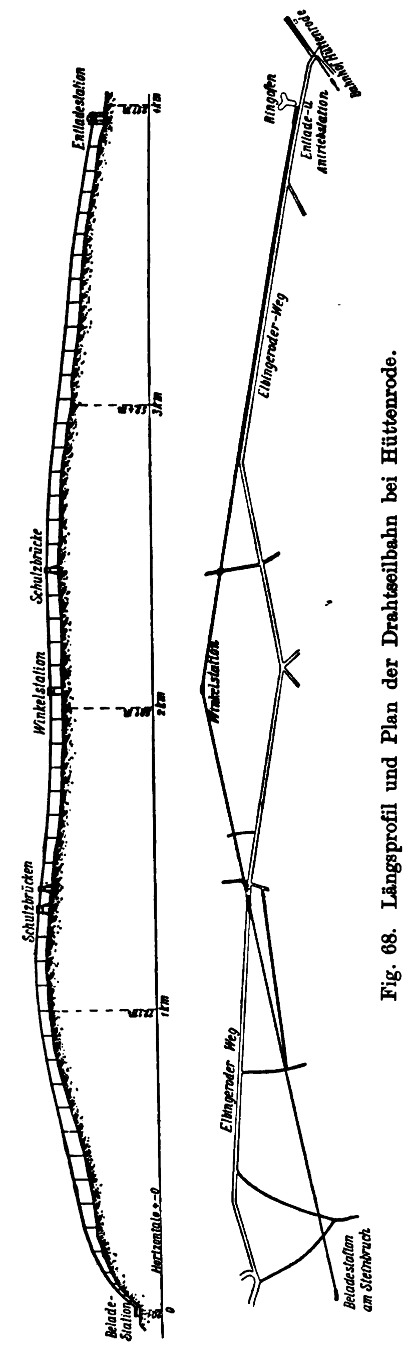


Fig. 68. Längsprofil und Plan der Drahtseilbahn bei Hüttenrode.

Unterwagen bis an die Beladestelle der Seilbahn gebracht, wo die Kästen in der schon beschriebenen Weise in die Gehänge eingehängt werden. Das Profil und den Lageplan der Seilbahn gibt Fig. 68 wieder. Infolge



Fig. 69. Winkelstation und Streckenbild der Bahn Hüttenrode.

von Schwierigkeiten, die von einigen Grundstücksbesitzern gemacht wurden, war es nicht möglich, die Seilbahnlinie in gerader Richtung zwischen Steinbruch und Werk zu ziehen, vielmehr mußte in der Mitte der Strecke die in Fig. 69 abgebildete Winkelstation eingeschaltet werden,

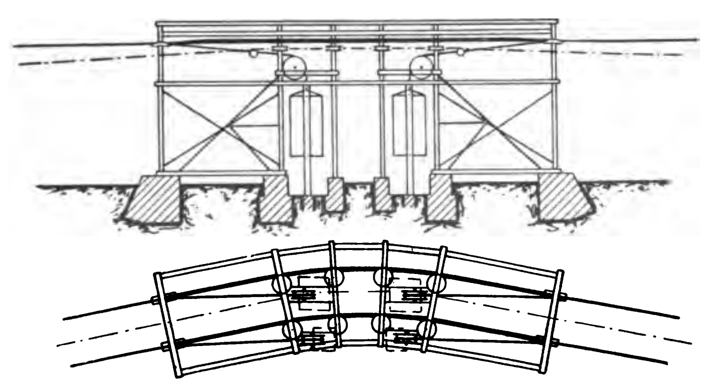


Fig. 70. Anordnung der Winkelstation Hüttenrode.

die zwar die Anlagekosten etwas erhöhte, aber den Betrieb in keiner Weise verteuert oder erschwert, da sie von den Wagen ganz automatisch am Zugseil durchfahren wird. Die Drahtseile sind in der Winkelstation abgespannt und durch Hängebahnschienen ersetzt, während das Zugseil über zwei Batterien wagerecht liegender Führungsrollen, sowohl

auf der Voll- wie auf der Leerseite, allmählich aus der einen Richtung in die andere übergeführt wird. Die ganze Anordnung geht aus der technischen Darstellung der Fig. 70 deutlich hervor.

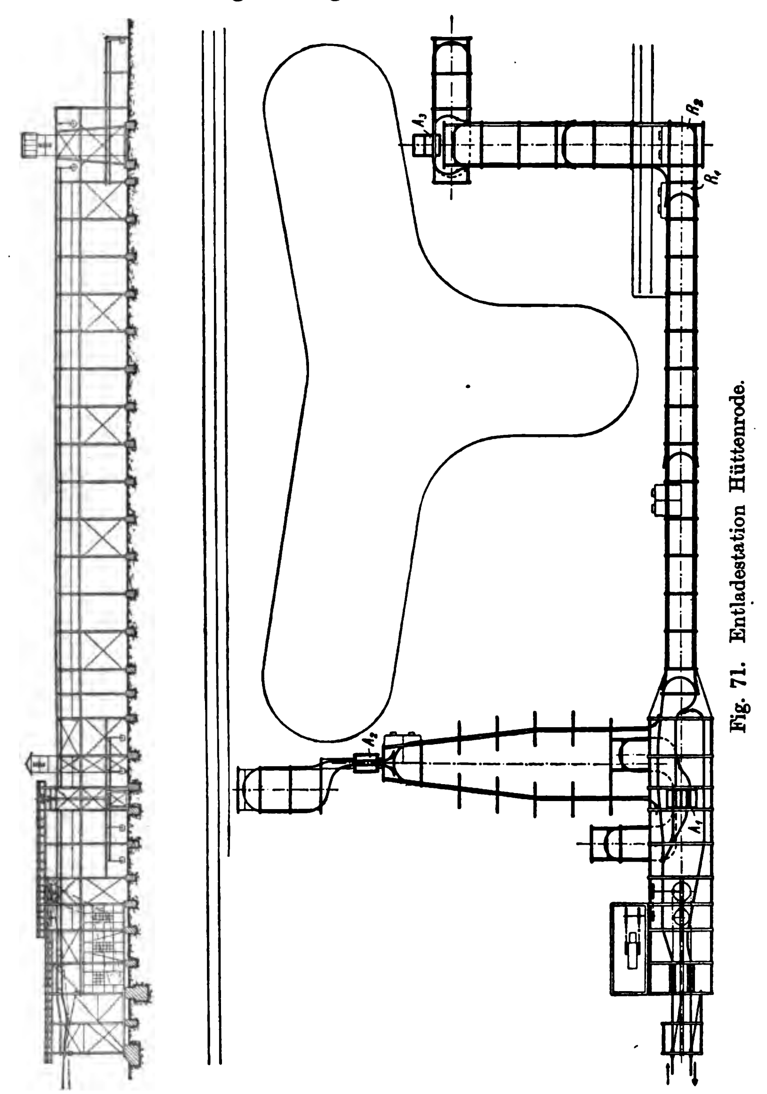


Fig. 71. Entladestation Hüttenrode.

In die Endstation bei der Ziegelei mündet die Seilbahn ziemlich hoch ein (Fig. 71); ihr Antrieb erfolgt dort von einer Lokomobile aus vermittels zweier Riemenvorgelege und einer Zahnradübersetzung. An die Station schließen sich ausgedehnte Hängebahnstrecken an, auf denen die vom Zugseil bereits vor der Antriebsstelle gelösten Wagen von Hand bis



Fig. 72. Beladestation mit Zubringe-Kettenförderanlage.

zu einer der drei Niederlaßvorrichtungen A_1, A_2, A_3 geschoben werden. In diesen Doppelaufzügen gehen die vollen Wagen abwärts und die leeren aufwärts, infolgedessen arbeiten sie ohne Antriebsmotor, denn der herabgehende volle Wagen zieht den unten auf die Gegenschale geschobenen leeren von selbst in die Höhe; es ist nur ein Bremsgetriebe nötig, um die Geschwindigkeit in angemessenen Grenzen zu halten und die Förderschalen rechtzeitig still zu setzen.

Im unteren Stockwerk gelangt der Wagen auf eine kurze Gleisschleife, wo sein Kasten mit Hilfe geneigter Gleise auf Unterwagen gesetzt wird, die den Kalkstein auf den Schmalspurgleisen nach den

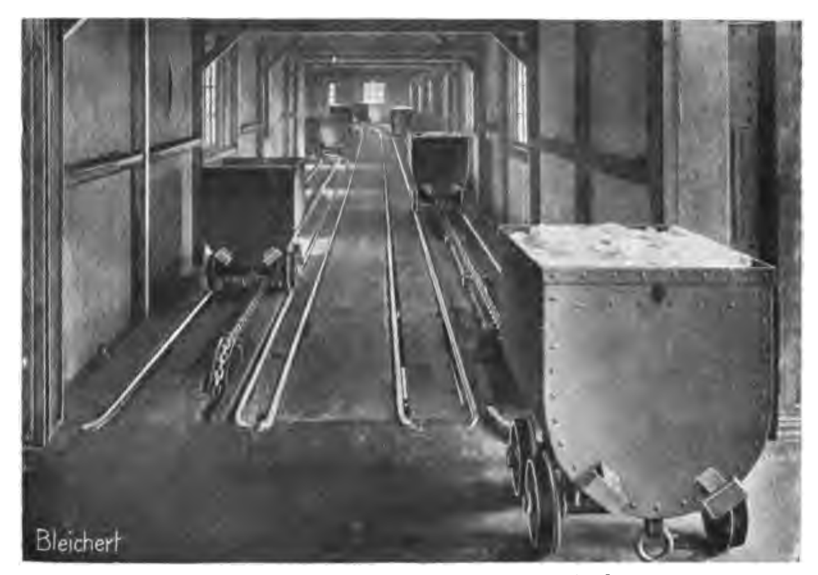


Fig. 73. Zubringekettenbahn für eine Zeche.

Ringöfen befördern. In das hochgelegene Hängebahngerüst sind noch einige Füllrümpfe eingebaut, in die die Hängebahnkasten ausgekippt werden können und aus denen die Verladung in Landfuhrwerke bzw. bei R_1 und R_2 in Eisenbahnwagen stattfindet. Die umfangreiche Hängebahnanlage mit ihren Bremsaufzügen ist errichtet worden, um das in Fig. 71 angedeutete Lager bequem beschütten zu können, so daß der Ringofenbetrieb sowohl wie die Verladung von dem Steinbruch gänzlich unabhängig geworden ist und dieser wieder von der Abnahme des gewonnenen Materials durch die Öfen.

Noch weit ausgedehntere Anschluß-Hängebahnen finden sich bei anderen Anlagen, um das Fördergut unmittelbar zu den Verbrauchsstellen zu bringen. Das ist beispielsweise der Fall in der Stuttgarter Zementfabrik in Schelklingen. Außer verschiedenen Drahtseilbahnen

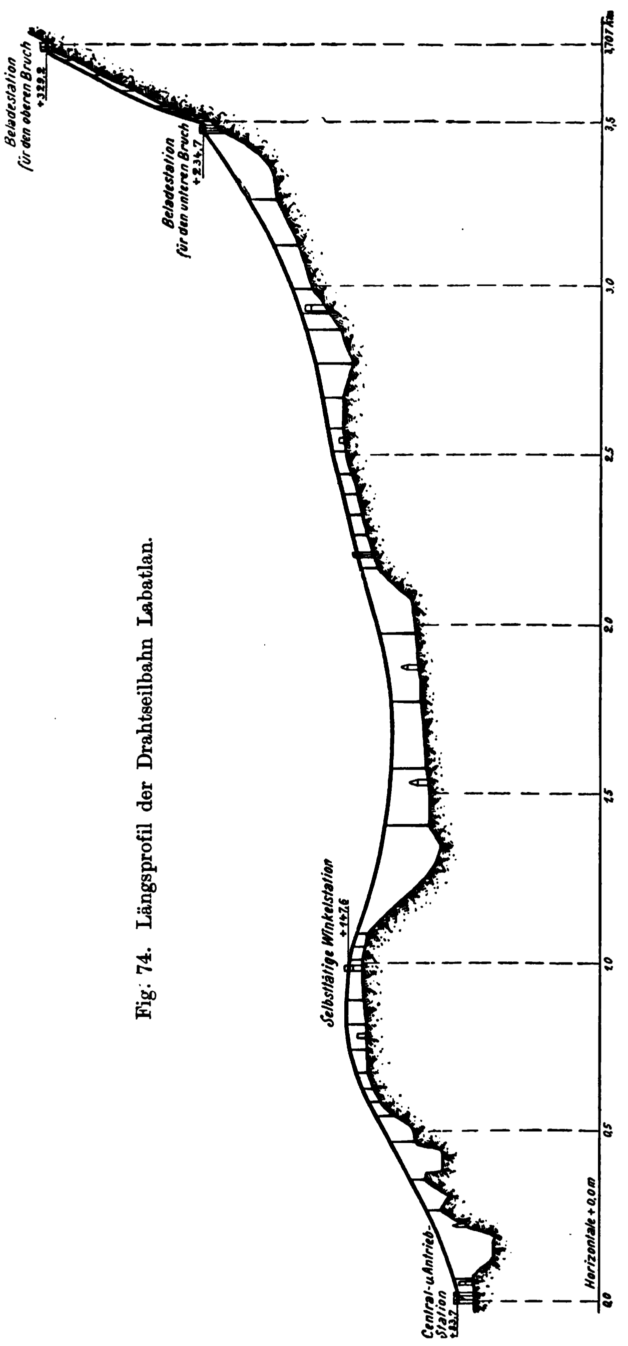


Fig. 74. Längsprofil der Drahtseilbahn Labatlan.

besitzt das Werk ein weit verzweigtes Hängebahnnetz für die folgenden Förderungen: 1. der Rohsteine von den Trockenschuppen und den Lagerräumen für die Mischung nach den Steinbrechern, 2. der Preßsteine nach den Ringöfen, 3. der Klinker vom Klinkerschuppen nach der Mühle, 4. der Kohle vom Lagerplatz nach den Trocken- und Ringöfen.

Natürlich ist es nicht nötig, sich bei diesen Verbindungsbahnen auf die Weiterbewegung von Hand zu beschränken, man zieht oft mechanische Hilfsmittel vor. In erster Linie kommen Seil- und Kettenbahnen in Betracht, beispielsweise im Bruch, um die auf Untergestelle abgesetzten Kasten nach und von den Arbeitsplätzen zu befördern (Fig. 72), oder in Bergwerken, um die Wagen vom Schacht zur Drahtseilbahnstation zu schaffen (Fig. 73). Dann aber werden auch nicht selten besondere Drahtseilbahnen angelegt, um das Material auf die Lagerplätze zu stürzen.

Falls die Hauptbahn in erheblichem Gefälle arbeitet, läßt sich die durch die abwärtsgehende

Ladung erzeugte überschüssige Kraft zum Antrieb dieser Verteilanlagen vorteilhaft ausnutzen, wie es zum Beispiel bei der Zementfabrik Labatlan in Ungarn geschieht. Längsprofil und Lageplan dieser Anlage sind in den Fig. 74 und 75 wiedergegeben. Die nahezu $3^1/_2$ km lange Hauptstrecke verbindet den älteren, zuerst in Angriff genommenen Kalksteinbruch mit einer Zentralstation auf dem Fabrikhofe. An die Beladestation des unteren Steinbruches schließt sich eine Zweigbahn von 240 m Länge an, die zu einem rund 100 m höher gelegenen Steinbruch führt, dessen Endstation Fig. 76 darstellt. Von der Zentralstation in der Fabrik zweigen zwei Entladestrecken von je 115 m Länge ab, auf welchen die Wagen während der Fahrt selbsttätig ausgekippt werden, indem beliebig verstellbare Anschläge (Fig. 77) die entsprechend verlängerte Festhaltung des Wagenkastens umlegen. Die Umführungsseilscheiben am Ende der Abzweigstrecken werden von den Wagen,

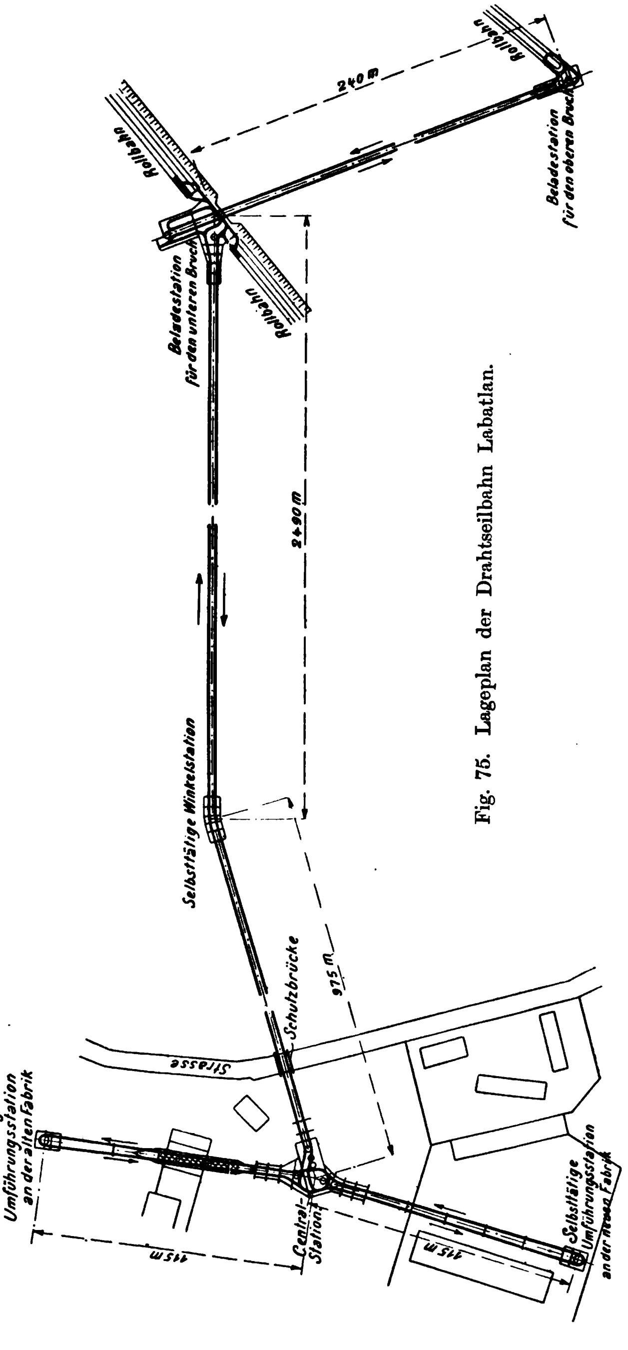


Fig. 75. Lageplan der Drahtseilbahn Labatlan.

ohne jede Bedienung durch Menschenhand, am Zugseil umfahren, so daß nur in der Zentralstation Bedienungsmannschaft gebraucht wird.



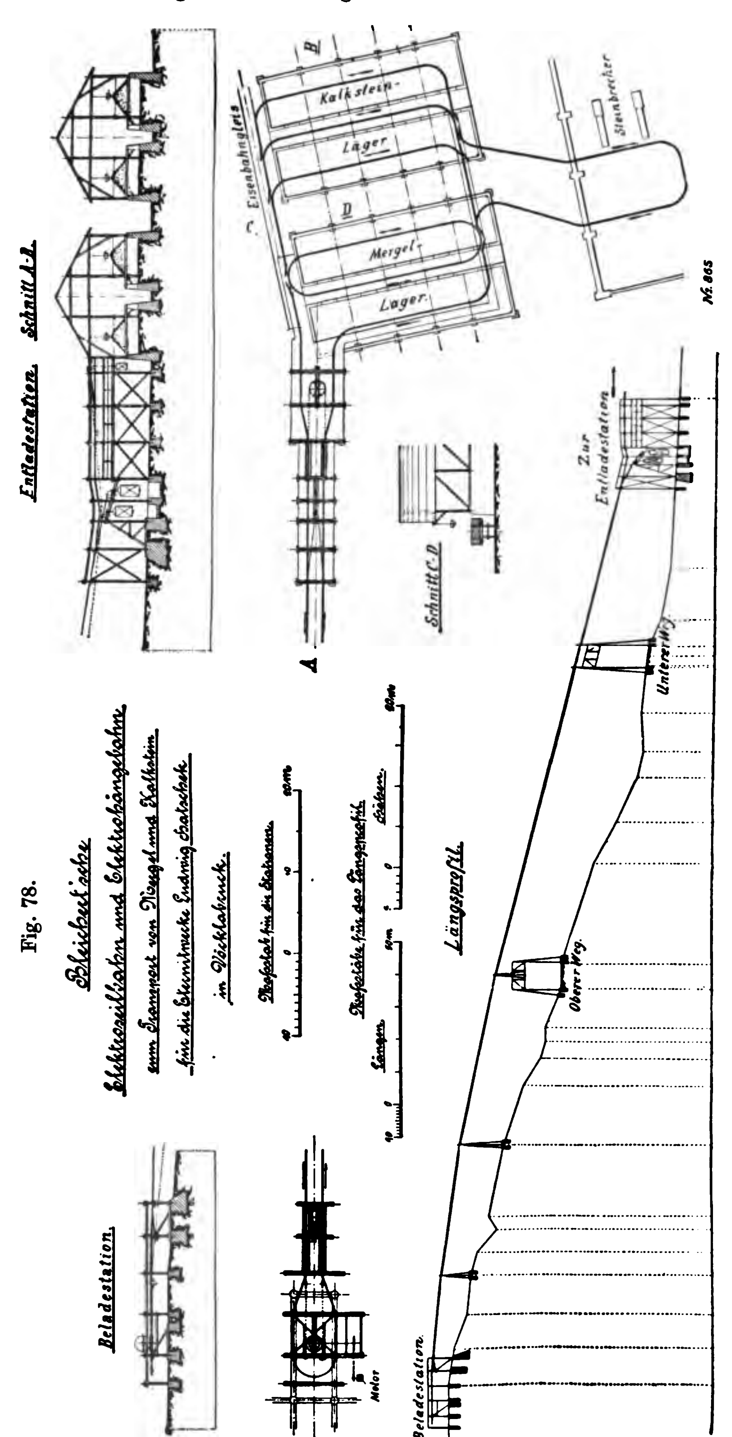
Fig. 76. Beladestation der Drahtseilbahn Labatlan.

Die überschüssige Energie der schweren abwärtsgehenden Lasten der Abzweigbahn für den oberen Steinbruch wird durch Bremsen vernichtet. Da auch die Hauptbahn beträchtliches Gefälle hat, wird ein



Fig. 77. Absturzstelle der Drahtseilbahn Labatlan.

Fig. 78.


Bleichert'sche
Elektroseilbahn und Elektrohängebahn
zum Transport von Mergel und Kalkstein
für die Eternitwerke Ludwig Hatschek
in Vöcklabruck.
Beladestation.
Motor
Maßstab für die Stationen.
Maßstäbe für das Längenprofil.
Längen.
Höhen.
Beladestation.
Längsprofil.
Oberer Weg.
Unterer Weg.
Zur Entladestation
Entladestation. Schnitt A-B.
Eisenbahngleis
Kalkstein-
Lager
D
Mergel-
Lager.
A
B
C
Schnitt C-D
Steinbrecher
Nr. 865

Teil der hier freiwerdenden Energie zum Antrieb der beiden Zweigstrecken in der Fabrik benutzt, indem die Hauptseilscheiben der Zweigstrecken durch eine Transmission mit der Endseilscheibe der Hauptbahn verbunden sind. Außerdem ist noch ein Motor vorgesehen, der dann in Tätigkeit tritt, wenn die Förderleistung der Hauptstrecke aus irgendeinem Grunde bedeutend verringert wird.

In vollkommenster Weise läßt sich die Verteilung des Materials bis zu den einzelnen Arbeitsstätten durchführen, wenn das Laufwerk der Wagen außer der Seilklemme noch mit einem Elektromotor versehen ist, der die Fortbewegung des Wagens auf den beliebig verzweigten Hängebahnstrecken des Werkes übernimmt. Diese Vereinigung von Seil- und elektrischem Antrieb ist eine Erfindung der Firma Adolf



Fig. 79. Beginn der ansteigenden Strecke in Vöcklabruck.

Bleichert & Co., der überhaupt die Ausbildung und Einführung der Elektrohängebahnen in Europa zu verdanken ist.

Sie hat z. B. in den Eternitwerken Vöcklabruck eine für viele Betriebe passende Verwendung gefunden: Der Mergelbruch, von dem das Material zur Fabrik zu bringen ist, liegt von dieser etwa 300 m entfernt und ein gut Teil höher, wie das Längsprofil der Fig. 78 zeigt, so daß die Steigung für den rein elektrischen Antrieb zu groß wird, der zudem nicht auf Seilen als Fahrbahn durchführbar ist. In diesem Falle fahren die Wagen, wie die Fig. 79 veranschaulicht, am Zugseil über die geneigte Strecke bis zum Lagerschuppen, kuppeln sich hier selbsttätig ab und berühren gleichzeitig mit dem Kontaktbügel die Stromleitung, worauf sie elektrisch betrieben in den Schuppen fahren. Hier entleeren sie ihren Inhalt auf einem der verzweigten Gleise an bestimmter Stelle,

oder sie fahren durch den Schuppen zur Fabrik, wo die Entleerung in einen Steinbrecher erfolgt. Um auch vom Schuppen in die Fabrik mechanisch fördern zu können, ist ein Elektrohängebahnwagen mit



Fig. 80. Elektrowindenwagen Vöcklabruck im Lagerschuppen.

Windwerk (Fig. 80) vorgesehen, der von einem einzigen Arbeiter bedient wird.

Der Kalkstein kommt mit der Eisenbahn an und wird zum Vorratsschuppen oder zur Fabrik ebenfalls durch einen Elektrohängebahnwagen mit Windwerk befördert, dessen Schiene über dem Eisenbahngleis liegt, so daß der Kasten direkt in den Waggon hineingesenkt werden kann.

3. Spezielle Anwendungen in der Berg- und Hüttenindustrie.

Die Berg- und Hüttenindustrie stellt an alle Zweige der Maschinentechnik ihre besonderen Anforderungen und so finden sich auch bei den Drahtseilbahnen, die gerade hier eine reichliche Verwendung erfahren, Eigentümlichkeiten, die an anderer Stelle nur ausnahmsweise wiederkehren, so daß eine spezielle Erörterung derselben durchaus am Platze ist.

Am nächsten kommen den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Anlagen die Drahtseilbahnen für Tagebaue, besonders Braunkohlengruben und Erzlagerstätten. Der Abbau ist derselbe wie in



Fig. 81. Drahtseilbahn mit Hängebahnanschluß in einer Braunkohlengrube.

Steinbrüchen und Tongruben, so daß auch hier die leer ankommenden Seilbahnwagenkästen gewöhnlich auf Unterwagen gesetzt (Fig. 62) und nach der eigentlichen Abbaustelle auf Schmalspurgleisen gerollt werden. Bei vorgeschrittenem Abbau wird die Station dann meist

durch eine anschließende Hängebahn verlängert, wie z. B. die Fig. 81 erkennen läßt, die ein schon weit abgebautes Braunkohlenfeld zeigt.

Allerdings besteht gewöhnlich der Unterschied, daß die Fördermenge erheblich größer ist als die von Steinbrüchen u. dgl.; so ist die dargestellte Anlage für eine Leistung von 143 Wagen in der Stunde mit je 7 hl Inhalt gebaut. Die stündliche Fördermenge beträgt somit mindestens 100 cbm Braunkohle. Häufig wird diese Förderung noch um ein gut Teil überschritten, so daß täglich bei Tag- und Nachtschicht bis 2000 t über die Strecke gehen.

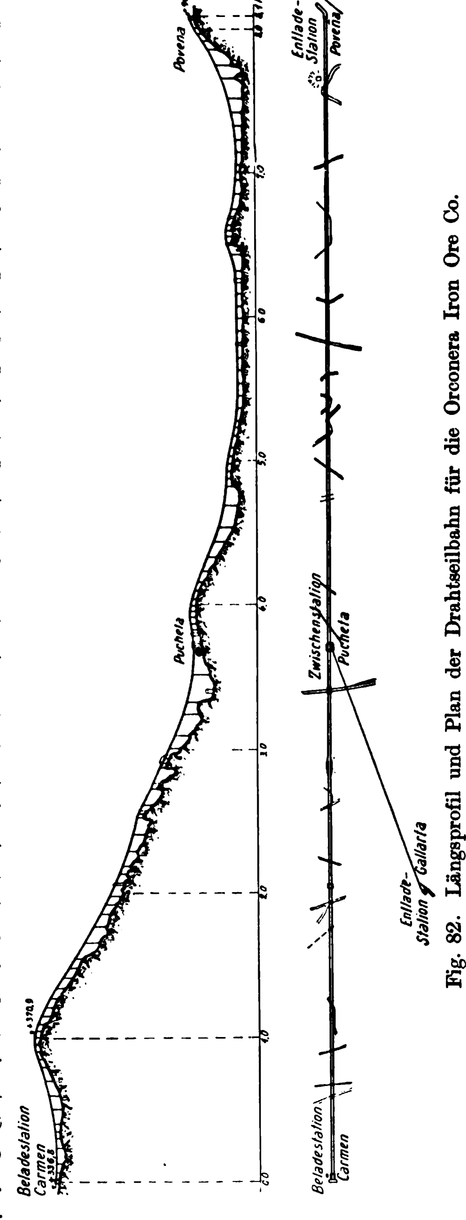


Fig. 82. Längsprofil und Plan der Drahtseilbahn für die Orconera Iron Ore Co.

Eine der bemerkenswertesten Drahtseilbahnanlagen in bezug auf die tonnenkilometrische Leistung ist die der Orconera Iron Ore Co. im Eisenerzbezirk Biscayas. Während man dort früher nur die Lager reicher Erze abbaute, ist man jetzt dazu übergegangen, auch die umfangreichen ärmeren Lager zu verwerten, deren Erz durch einen Waschprozeß angereichert werden muß. Da es große Schwierigkeiten machte, das zum Waschbetrieb erforderliche Wasser bis zum Erzfeld Carmen zu bringen und von dort wieder abzuführen, so entschloß man sich, die mit Lehm, Ton usw. versetzten Erze über eine Entfernung von 8,1 km bis zu einem Hügel in der Nähe der Meeresküste bei Povena zu transportieren, das Fördergut dort, wo die Wasserzu- und -abführung leichter zu bewerkstelligen war, zu waschen und das an-

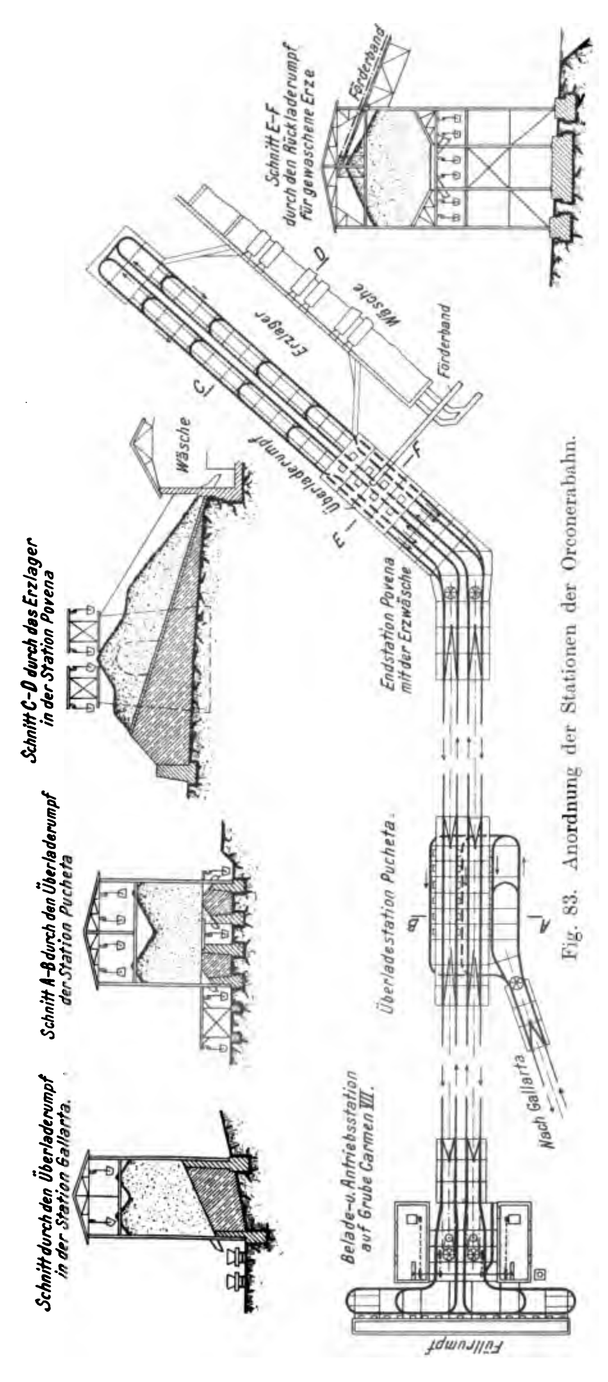


Fig. 83. Anordnung der Stationen der Orconerabahn.

gereicherte Erz wieder zurück zu einer Zwischenstation Pucheta und von hier aus durch eine Zweigbahn nach der Station Gallarta der der Gesellschaft gehörigen Eisenbahnlinie zur Verfrachtung zu schaffen. Diese Bleichertsche Drahtseilbahn wurde als Doppelbahn auf der Hauptstrecke ausgebildet. Ihr Längsprofil und den Lageplan zeigt Fig. 82, die spezielle Anordnung der drei Stationen ist in Fig. 83 wiedergegeben.

Bei der Beladestation Carmen befindet sich eine große Füllrumpfanlage, vor deren Auslaufschurren sich ein Hängebahnstrang entlangzieht, auf dem die Seilbahnwagen beider Linien durch Öffnung der Verschlüsse beladen werden. Die Wagen werden dann an das Zugseil angekuppelt, fahren daran durch die Zwischenstation Pucheta hindurch und werden in der Entladestation Povena von einer Absturzbrücke auf das Lager entleert. Dieses ist mit mäßig geneigter Sohle angelegt, so daß das Material den darunterstehenden Trommeln der Wäsche

zurutscht. Ein der Absturzbrücke parallellaufender Gurtförderer sammelt das gewaschene Erz und führt es zu zwei weiteren, im Zickzack angeordneten Förderbändern, die es um ungefähr 30 m anheben und in einen Überladerumpf werfen, aus dem ein Teil der von der Absturzbrücke leer zurückkehrenden Wagen wieder beladen wird. Die zum Rücktransport bestimmten Wagen unterscheiden sich von den anderen durch eine etwas andere Gestaltung der selbsttätigen Auslösevorrichtung, die beim Durchlaufen der Zwischenstation Pucheta durch einen Anschlag betätigt wird. Die Entleerung erfolgt dort während der Fahrt der Wagen in einen großen Füllrumpf, aus dem das Erz wieder in die Wagen der Nebenlinie abgezogen wird. Diese kippen es bei der Eisenbahnstation Gallarta wieder in Füllrümpfe aus, die es in die Selbstentlader der nach Bilbao führenden Eisenbahn abgeben.



Fig. 84. Streckenbild der Orconerabahn bei Povena.



Fig. 85. Streckenbild der Orconerabahn bei Pucheta.

Die Fig. 84 und 85 gewähren ein anschauliches Bild der Hauptstrecke und zeigen auch, wie stark besiedelt das Land ist. Auf der ersten ist links oben noch die Endstation Povena sichtbar, auf der zweiten eine große Spannweite von 200 m nahe der Zwischenstation Pucheta; die letztere selbst mit der nur einfach ausgeführten Abzweigbahn ist im Hintergrunde der Fig. 86 erkennbar.

Zum Antrieb der Hauptstrecke dienen zwei in Povena aufgestellte 100pferdige Elektromotoren. Die Rückförderung der gewaschenen Erze bis Pucheta erfolgt über eine Länge von 4,3 km, von wo bis zur Eisenbahnstation Gallarta noch 1,8 km sind. Die verlangte Förderleistung beträgt 210 t ungewaschener und 105 t gewaschener Erze für die Stunde. Damit ergibt sich eine stündliche Gesamtleistung von

$$210 \cdot 8{,}1 + 105\,(4{,}3 + 1{,}8) = 2430 \text{ tkm},$$

wohl die bedeutendste tonnenkilometrische Leistung, die mit Drahtseilbahnen bisher erzielt worden ist.

Auch in allen anderen Bergbaugebieten sieht man Drahtseilbahnen in großer Menge, namentlich in den Kohlenrevieren, wo sie oft verhältnismäßig nahe beieinander aufgestellt sind, wenn auch die Dichtigkeit



Fig. 86. Streckenbild der Orconerabahn bei Pucheta.

des Eisenbahnnetzes in diesen Gebieten größere Längen der einzelnen Drahtseilbahnen meist ausschließt. Ihr Zweck ist gewöhnlich nur, die Kohlen von der Schachtanlage nach der Separation bzw. der Kokerei zu bringen oder die Waschberge usw. zu entfernen, und es erscheint natürlich von vornherein als das vorteilhafteste, wenn irgend möglich dieselbe Anlage für beide Transporte zu benutzen.

Ein Beispiel dafür bietet die Drahtseilbahn der Zeche „Konstantin der Große". Die aus Schacht VI der Zeche zutage kommenden Grubenwagen werden von der Hängebank aus zuerst unter das Hängebahngleis der an das Schachtgebäude angebauten Drahtseilbahnstation (Fig. 87) gefahren und dort vermittels Ketten an die Laufwerke angehängt. Sie gehen dann über die Seilbahn bis nach der rund 1,6 km entfernten Station in der Schachtanlage I, von wo sie auf Hängebahngleisen von Hand bis zur Wäsche gestoßen (Fig. 88), dort vom Gehänge gelöst, in den Wipper gefahren und entleert werden, worauf sie sofort wieder mit Waschbergen zum Versatz der zu Schacht VI gehörigen abgebauten Strecken gefüllt, an die Laufwerke gehängt und zur Station zurückgestoßen werden. Der Transport der schweren Grubenwagen über die

Drahtseilbahn bringt zwar eine nicht unerhebliche Mehrbelastung der Seilbahn mit sich, da die sonst gebräuchlichen Seilbahnkübel ein viel geringeres Gewicht haben, ergibt aber den Vorteil, daß keinerlei Um-

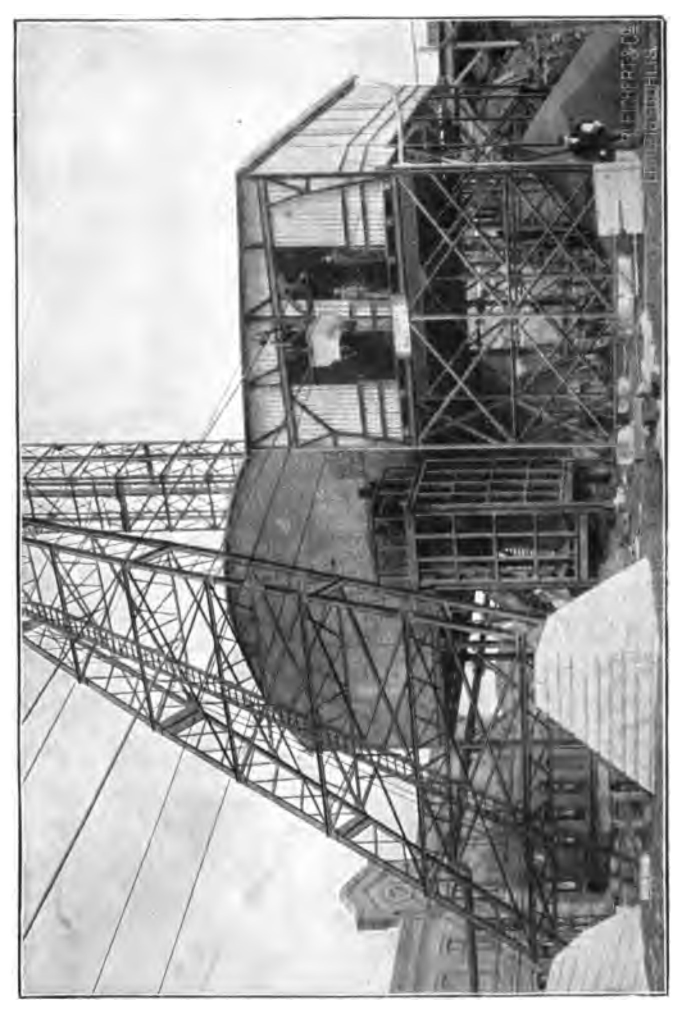


Fig. 87. Drahtseilbahnstation der Zeche „Konstantin der Große" auf Schacht VI.

ladungen mit ihren besonderen Einrichtungen wie Füllrümpfen, Bedienung usw. erforderlich werden, daß also das Material auf dem ganzen Wege von der Gewinnungs- bis zur Verbrauchsstelle in demselben Gefäß bleibt. Die Anlage der Zeche „Konstantin der Große" ist noch dadurch bemerkenswert, daß die Grubenwagen an einem einzigen Seilbahnlaufwerk aufgehängt werden, während man sie bei etwas größeren und schwereren Ausführungen gewöhnlich an zwei hintereinander angeord-



Fig. 88. Drahtseilbahnstation der Zeche „Konstantin der Große“ auf Schacht I.

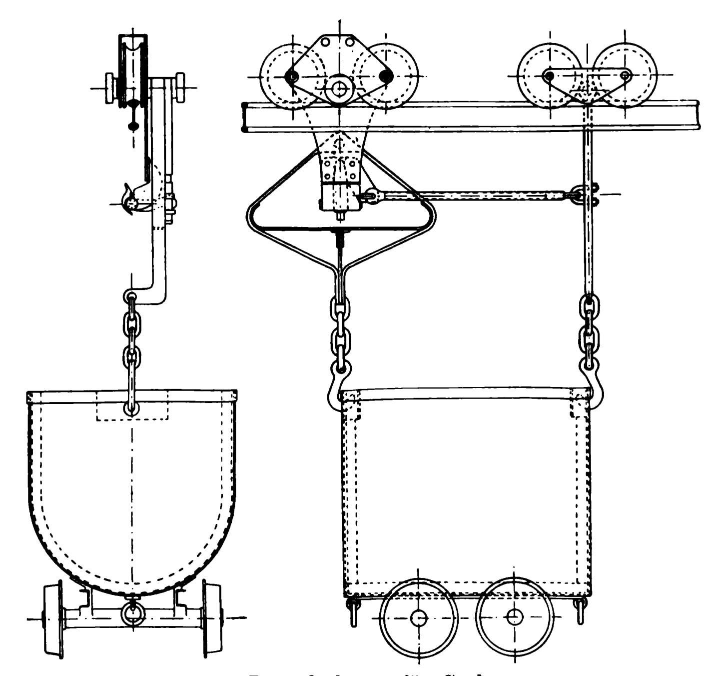


Fig. 89. Doppelgehänge für Grubenwagen.

neten und durch eine gelenkige Kuppelstange verbundenen Laufwerken anzuhängen pflegt (Fig. 89), um so die Last auf 4 Räder zu verteilen und die Tragseile entsprechend zu schonen.

Die beschriebene Aufhängung der Grubenwagen an Ketten hat sich in vielen Ausführungen gut bewährt, bringt aber den einen Nachteil mit sich, daß an allen Wagen für die Aufnahme des Kettenhakens kleine Änderungen vorzunehmen sind, die bei einem großen Wagenpark doch ins Gewicht fallen, besonders wenn die Drahtseilbahn selbst nur mit einer geringen Zahl von Wagen besetzt wird. Die Firma A. Bleichert & Co. führte deshalb eine Anordnung ein, bei der die unveränderten Grubenwagen auf eine Plattform des Seilbahngehänges geschoben und dann durch eine Verriegelung an jeder Bewegung während der Fahrt gehindert werden. Die erste Ausführung wurde im Jahre 1902 für die Warschauer Gesellschaft für Kohlenbergbau und Hüttenbetrieb in Niemce geliefert; die Abbildung eines derartigen neuen vierrädrigen Wagens der für die Schachtanlage Brefeld der Königlichen Berginspektion in Staßfurt gebauten Drahtseilbahn von 700 m Länge, gibt Fig. 90 wieder. Der Grubenwagen faßt 1000 kg Kalisalze, sein Eigengewicht mit dem des Plattformgehänges und des Seilbahnlaufwerkes beträgt nahezu ebenfalls 1000 kg.



Fig. 90. Vierrädriger Plattformwagen für Grubenwagen.

In der Endstation läuft der Seilbahnwagen, nachdem er sich selbsttätig vom Zugseil abgekuppelt hat, auf der Hängebahnschiene bis nach dem Beladepunkt hin, wird dort durch eine Verriegelung vor den Ablaufschienen des Grubenwagens angehalten, wo sich gleichzeitig ebenfalls selbsttätig der den Grubenwagen festhaltende Rahmen anhebt, und nun kippt der Arbeiter mit Hilfe einer Zugstange die Plattform etwas nach vorn, so daß der schwere Wagen mit Leichtigkeit heruntergezogen werden kann (Fig. 91). Umgekehrt kippt sich beim Aufschieben des Wagens die Plattform von selbst etwas nach der hinteren Seite, so daß der voll-

beladene Wagen sich ebenfalls leicht aufschieben läßt und sogleich die richtige Stellung einnimmt, bei der der überfallende Sicherungsrahmen ihn ohne weiteres festhält. Dabei stellt sich gleichzeitig noch das Stück der Hängebahnschiene, auf der das Seilbahnlaufwerk steht, etwas schräg, so daß es nach Lösung der dasselbe zurückhaltenden Verriegelung vermittelst des zweiten Handhebels selbsttätig bis zum Auslauf der Station abrollt und sich dort automatisch mit dem Zugseil kuppelt. Infolge dieser neuen selbsttätigen Einrichtung, deren Einzelheiten die Fig. 92



Fig. 91. Aufschieben des Grubenwagens in der Station.

in technischer Darstellung veranschaulicht, braucht die ganze Drahtseilbahn bei einer stündlichen Förderleistung von 45 t nur einen Mann zur Bedienung, d. h. die ganze Arbeit wird von den sowieso im Werk tätigen Leuten ausgeführt, ohne daß sie nennenswert Zeit verlieren.

Neben der Kohlen-, Erz- oder Salzförderung kann die normale Drahtseilbahn auch zum Aufschütten der Berge auf die Halde benutzt werden, wie es z. B. bei der Bahn der Kohlengruben von Grand Hornu in Belgien der Fall ist. In der Separation des Werkes werden die Kohlen in

Schwebebahnwagenkasten abgezogen und durch die Seilbahn nach einer 2 km entfernten Schiffsbeladestelle am Condé-Mons-Kanal geführt, von der die Fig. 93 eine Gesamtansicht und Fig. 94 verschiedene Einzelheiten nach einer technischen Zeichnung wiedergibt. Hier werden die Seilbahnwagen mit Gehänge und Laufwerk auf 2 Niederlaßvorrichtungen, die sich an die Hängebahnschienen der Station anschließen, in die Kähne heruntergelassen und dort ausgekippt. Diese Vorrichtungen arbeiten ohne motorischen Antrieb allein infolge des Übergewichtes der heruntergehenden Kohlen und können beliebig

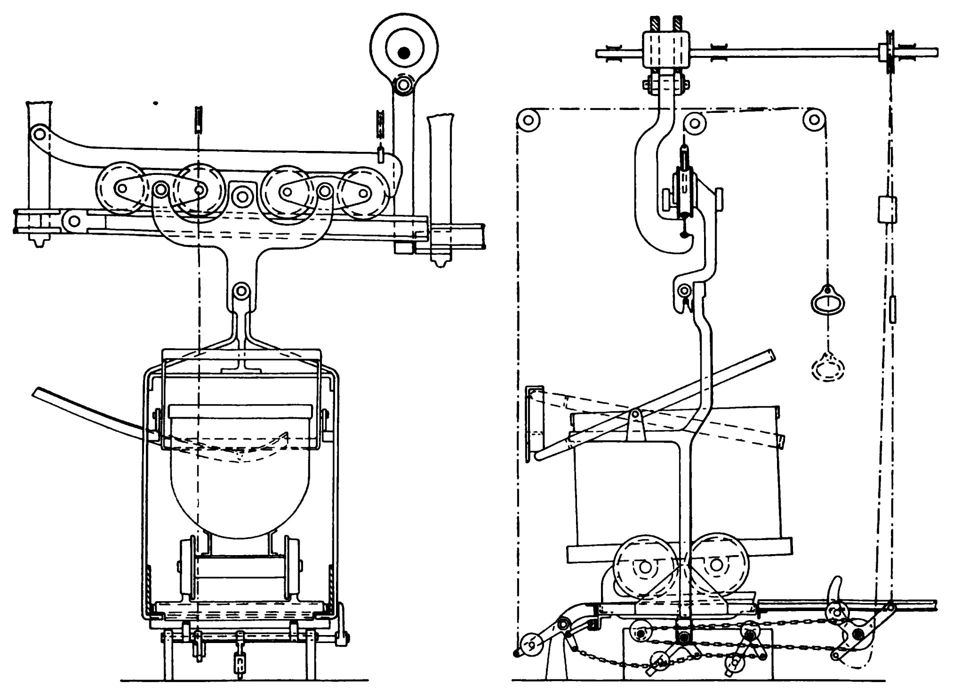


Fig. 92. Anordnung der Beladestelle der Plattformwagen (D. R. P. 268588).

verschoben werden, so daß die Beladung des Kahnes ohne Verholen und die dadurch verursachten Betriebsunterbrechungen, Zeitverluste und Unkosten vor sich gehen kann.

Die Waschberge werden ebenfalls in der Separation aufgegeben und wandern über die Seilbahn nach der Endstation. Hier werden die Bergewagen der Regel nach wieder auf das Rückkehrgleis geschoben und entleeren sich selbsttätig beim zweiten Passieren der Halde, über die die Seilbahn hinweggeht (Fig. 95). Natürlich kann für den Fall, daß einmal auf längere Zeit nur Berge zu fördern sind, auch auf dem zum Kanal transportierenden Strang der Seilbahn ein sonst zurück-

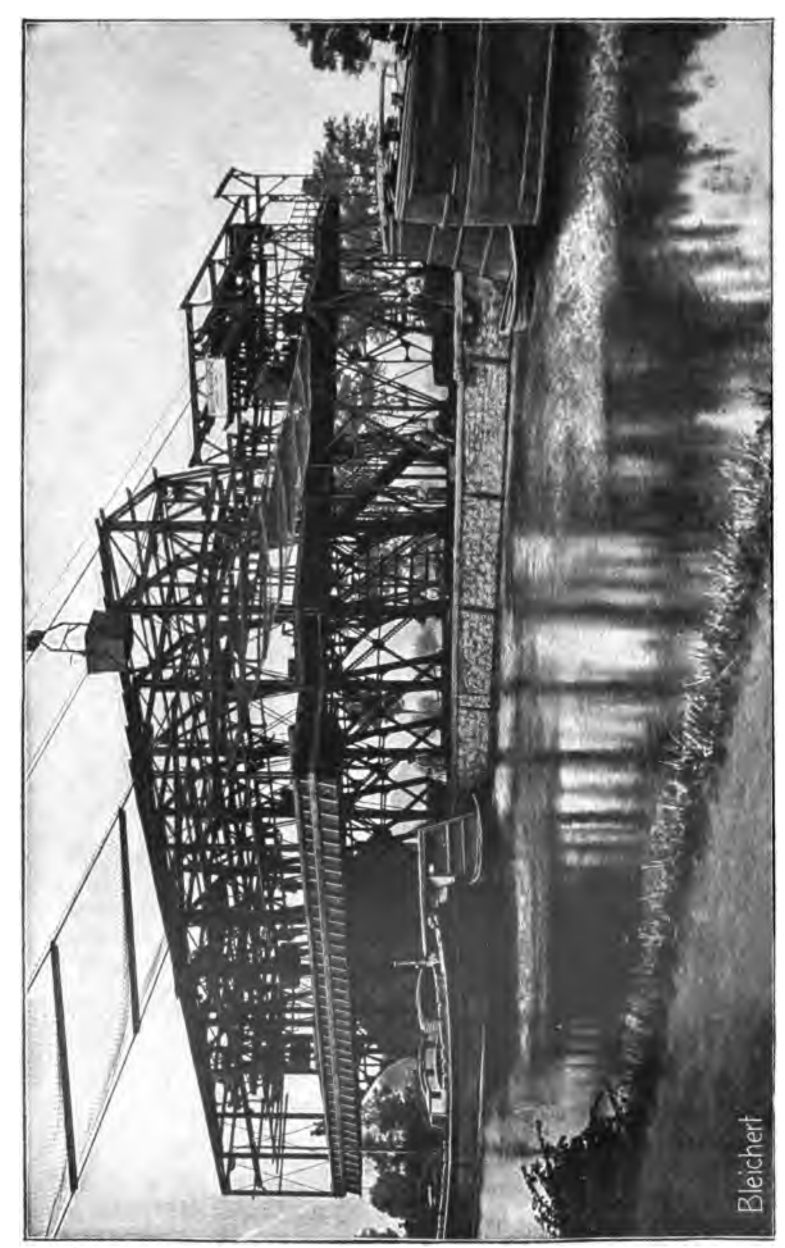


Fig. 93. Schiffsbeladestelle der Drahtseilbahn Grand Hornu.

gezogener Anschlag eingestellt werden, so daß die Entleerung gleich auf dem Hinwege stattfindet.

Die Bahn befördert stündlich 150 Wagen, die je 500 kg Kohle oder 750 kg Berge fassen, so daß die gesamte Stundenleistung 75 t Kohlen bzw. 110 t Berge beträgt. Vor Errichtung der Seilbahn wurde die ganze Förderung durch eine Schmalspurbahn mit Lokomotivbetrieb bewirkt, deren Leistung wegen des nur eingleisigen Aufbaues recht gering war. Außerdem ergab die Kreuzung mehrerer Landstraßen und zweier Staatsbahnlinien eine Reihe von Unbequemlichkeiten, die sich noch vermehrten, als die Halden immer höher anwuchsen, so daß die Verteilung des Materials anfing, große Schwierigkeiten und vor allen Dingen unverhältnismäßig hohe Kosten zu machen.

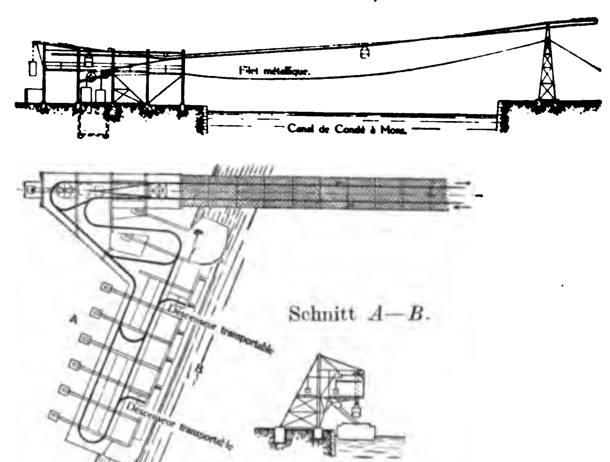


Fig. 94. Einzelheiten der Schiffsbeladestation Grand Hornu.

Mitunter kommt auch der umgekehrte Fall vor, daß eine Kohlen-Transportbahn an irgendeinem Zwischenpunkte Material von einer vorhandenen Halde zu Versatzzwecken aufnehmen soll. Dann ist eine entsprechende Zwischenstation nötig, wie bei der Anlage der Zeche Dannenbaum bei Bochum, die zur Verbindung der Schächte Schiller und Eulenbaum mit Dannenbaum I dient. Die Bahn ist zur Aufnahme von Bergen in einem Winkel geführt derart, daß an der Knickstelle die Zwischenstation liegt. Hier werden die zurückkehrenden Wagen vom Zugseil abgekuppelt, beladen und wieder angekuppelt. Soll kein Versatzmaterial aufgenommen werden, so laufen die Wagen durch die Station selbsttätig hindurch, ohne daß die dann ausgerückten Kuppelstellen in Wirkung treten.

Seitdem die abgebauten Grubenbaue in immer größerem Maßstabe versetzt werden, sind recht bedeutende Anlagen entstanden, die nur der Heranschaffung von Versatzmaterial dienen. Zuerst und in größtem Maßstabe ist diese Aufgabe von der Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft durchgeführt worden.

Ihre beiden Zechen Scharnhorst und Courl sind jede etwa 4,7 km von einer großen Schlacken- und Bergehalde entfernt, die dem Hörder

Werk des „Phoenix" gehört und bei der Zeche Schleswig unweit Dortmund gelegen ist. Hier werden schon seit langer Zeit die von der Zeche Schleswig geförderten Berge und die Aschen und Schlacken des Hörder Hochofenwerkes zugebracht und abgestürzt, so daß mittlerweile ein Lager entstanden ist, das sich noch ständig schnell vergrößern würde, wenn man den Betrieb in der bisherigen Weise fortsetzte. Da nun der „Phoenix" das Gelände für andere Zwecke frei bekommen möchte



Fig. 95. Abstürzen auf die Halde von der Drahtseilbahn Grand Hornu.

und andererseits die Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft für ihre beiden neuen Zechen große Mengen von Versatzmaterial benötigt, ist zwischen beiden Gesellschaften ein Vertrag abgeschlossen worden, wonach Harpen das neu herangeschaffte Material sofort weiterbefördert und die Halde allmählich ganz abbaut. Als Beförderungsmittel konnten im vorliegenden Fall nur Drahtseilbahnen in Frage kommen, da das zwischenliegende Gelände intensiv bewirtschaftet wird und eine Reihe von öffentlichen Wegen und Straßen in der Nähe mehrerer sich stark entwickelnder Ortschaften sowie zwei Staatsbahnlinien zu kreuzen sind,

so daß die Niveaubahn wegen der Grunderwerbskosten und sonstigen Sicherheitsmaßnahmen viel zu teuer geworden wäre.

Um lästige Umladungen zu vermeiden, senden beide Zechen leere Grubenwagen, die mittels Ketten an je 2 Laufwerken hängen, nach der Halde, wo sich die Beladestationen befinden (Fig. 96). Die Grubenwagen werden hier von den Gehängen gelöst und auf Feldbahngleisen zu den jeweiligen Förderpunkten gefahren, wo sie vollgeschaufelt werden.

Für die Verladung des in Eisenbahnwagen — in der Hauptsache in Talbot-Selbstentladern — neu herankommenden Materials ist das Entladegleis der Eisenbahn über eine Reihe von 22 großen gemauerten Füllrümpfen hinweggeführt, die, wie Fig. 96 zeigt, an die Halde herangebaut sind. Jeder Füllrumpf besitzt ein Fassungsvermögen von 150 cbm, so daß insgesamt 3300 cbm Versatzmaterial hier aufgespeichert werden können, eine Menge, die zum Ausgleich der Schwankungen in An- und Abfuhr ausreicht. Die Bewegung der Eisenbahnwagen auf den oberen Verschiebe- und Entladegleisen erfolgt durch ein Rangierspill.

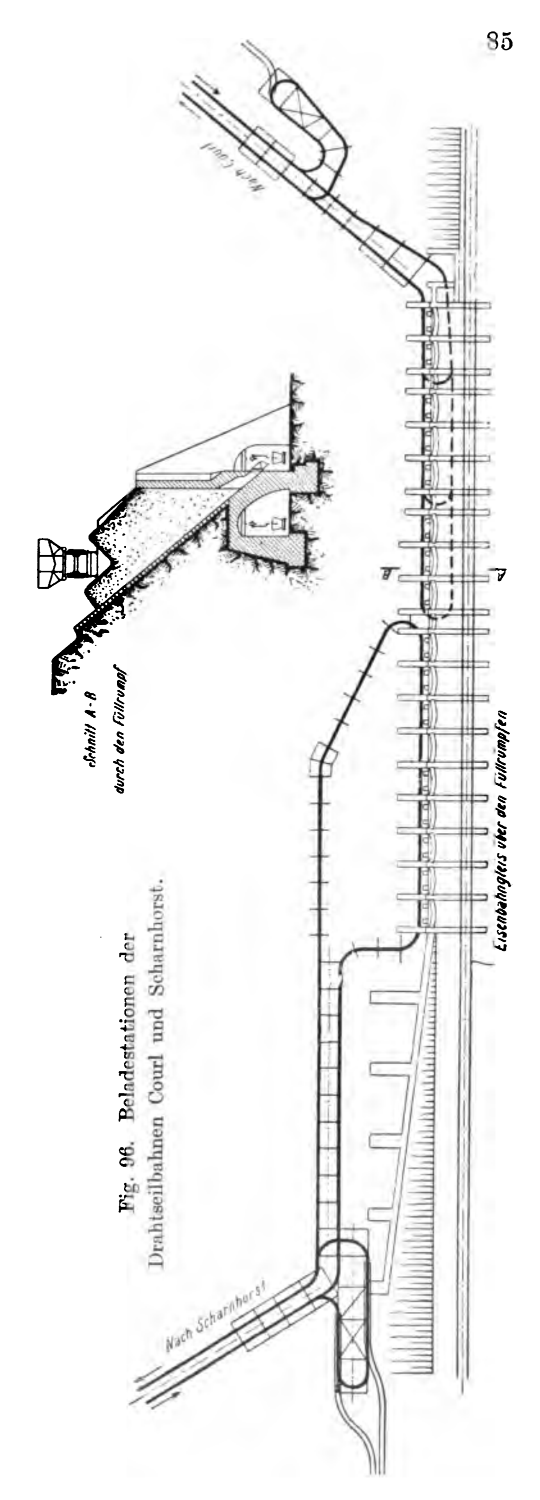


Fig. 96. Beladestationen der Drahtseilbahnen Courl und Scharnhorst.

Vor den Entladeschurren der Füllrümpfe laufen zwei getrennte Hängebahnzweige entlang, auf denen die Wagen zur Ersparnis von Bedienungsmannschaften mit Hilfe eines Knotenseiles mit etwa $^1/_7$ m/sek Geschwindigkeit herumbewegt werden. Die ziemlich langen Grubenbahnwagen werden nun während der Fahrt beladen, indem ein Mann die Verschlußklappe des Füllrumpfes vermittels einer Zugkette für wenige Sekunden öffnet. Dabei häuft sich die Ladung gewöhnlich im vorderen Teil des Wagens etwas an, während der hintere nicht ganz voll wird, weshalb eine Abstreichvorrichtung eingebaut wurde, die die Ladung gleichmäßig verteilt.

Die Bahn nach Zeche Courl hat eine Gesamtlänge von 4725 m bei einem Gefälle von 28,5 m. Sie ist nicht geradlinig, sondern in einem



Fig. 97. Übergang über die Eisenbahngleise auf Zeche Courl.

schwachen Bogen von 10 km Halbmesser verlegt. So konnten fremde Grundstücke umgangen werden, ohne daß eine Winkelstation nötig war. Vor der Endstation überschreitet die Seilbahn die Verladegleise und Koksöfen der Zeche (Fig. 97). Am Schacht werden die Grubenwagen auf Schienen gesetzt und auf der vorhandenen Bergebrücke der Hängebank zugeführt.

Die zweite etwas später gebaute Drahtseilbahn zur Zeche Scharnhorst ist geradlinig und besitzt eine Länge von 4620 m bei 25,5 m Gefälle. Ursprünglich war sie so projektiert, daß sie direkt in die Vorderseite des in Fig. 98 sichtbaren Schachtgebäudes eintreten sollte, später wurde beschlossen, sie von der anderen Seite in das Gebäude einzuführen, sodaß eine mehrmalige Ablenkung stattfinden mußte. Auch diese Umführung erfolgt vollkommen selbsttätig, ohne daß überhaupt jemand zur Überwachung dabei ist. Nachdem die Seilbahnlaufwerke vom

Zugseil abgekuppelt sind, werden die Grubenwagen auf Schienen abgesetzt und laufen nun entweder im Gefälle nach dem einen Schacht oder werden von einer Kettenbahn nach dem zweiten Schacht ge-

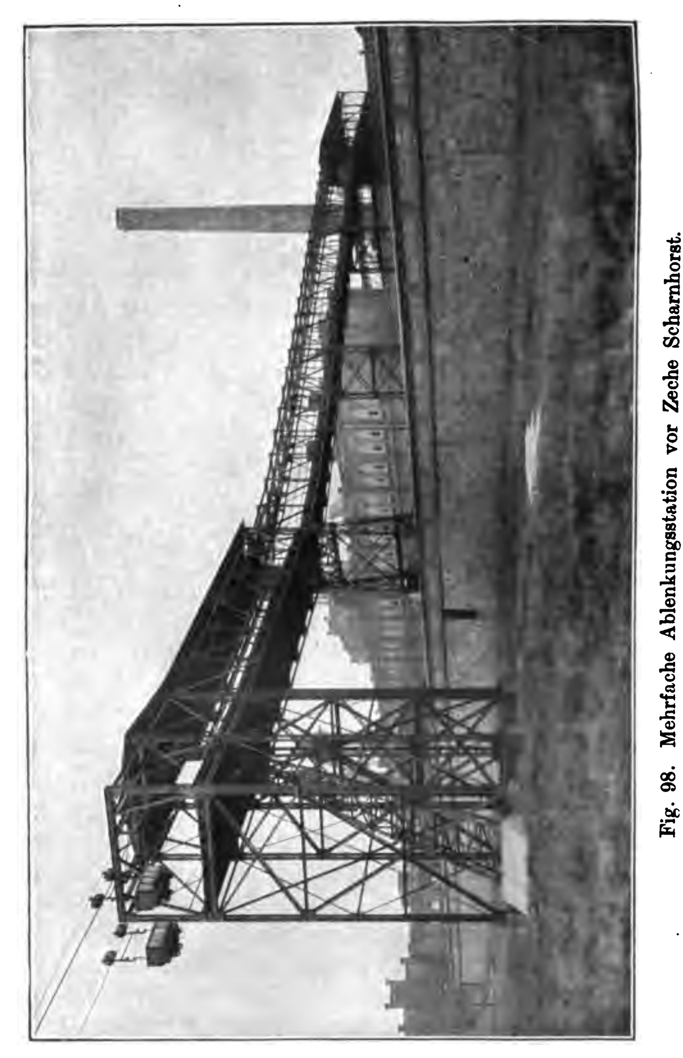


Fig. 98. Mehrfache Ablenkungsstation vor Zeche Scharnhorst.

schleppt. Die leeren Wagen fahren an einer weiter zurückliegenden Kuppelstelle der Drahtseilbahn wieder zu, bis wohin die Laufwerke und Gehänge vom Zugseil zurückgebracht werden. Hier hängt man die Grubenwagen an die Laufwerke wieder an und bringt sie zur Halde zurück.

Zu beachten ist die bis vor kurzem bei Seilbahnen ganz ungewöhnlich hohe Leistung der Anlage: Es werden auf jeder Bahn stündlich 170 Wagen gefördert, die je nachdem nun Erde, Asche oder granulierte Schlacke darin ist, eine Nutzlast von 800—1300 kg enthalten; durchschnittlich kann mit 1 t Nutzlast gerechnet werden, so daß die stündliche Förderleistung bei 2 m/sek Fahrgeschwindigkeit 170 t beträgt. Diese Ziffer ist um so bemerkenswerter, als statt leichter Hängebahnkasten die schweren Grubenwagen hin- und hertransportiert werden müssen. Die Kosten der Förderung für die Tonne belaufen sich einschließlich Amortisation und Verzinsung auf 34 Pfg., einen Betrag, der mit Rücksicht auf die schwierigen Verhältnisse und kostspieligen Bauten in den Endstationen als gering bezeichnet werden muß.

Eine weitere recht bedeutende Anlage zur Heranschaffung von Versatzmaterial ist die des Erzgebirgischen Steinkohlen-Aktien-Vereins, bei der es sich um die Überwindung von Schwierigkeiten ganz anderer Art handelte. Die abgebauten Grubenfelder sollten nach dem Spülversatzverfahren mit Sand wieder ausgefüllt werden. Die beiden Sandarten in der Nähe der Schächte des Vereins bei Schedewitz und Zwickau sind nun in so hohem Grade tonhaltig, daß sie mit dem Spülwasser einen schlammigen Brei bilden, aus dem sich das Wasser nach dem Einbringen in die Grube nicht wieder in dem nötigen Umfange abscheidet. Erst in größerer Entfernung entsprach ein Sandlager den Anforderungen. Hier wurde ein Löffel- und ein Eimerkettenbagger aufgestellt, die den Sand in Züge von Kippwagen oder Bodenentleerern verladen; in diesen wird er mit Hilfe einer Lokomotive nach der Verladestation einer Seilbahn gebracht, wo er in große, aus Beton aufgeführte Taschen von oben abgestürzt wird (Fig. 99).

Nun enthält auch dieser Sand noch reichlich tonige Beimischungen und klebt infolgedessen zusammen, so daß er nicht mit Füllschnauzen in die in regelmäßiger Folge herankommenden Seilbahnwagen abgezogen werden kann. Die nach dem natürlichen Böschungswinkel des Materiales abgeschrägten Taschen sind deshalb vorn offen, und ein davor verschiebbarer Eimerkettenbagger zieht den Sand heraus und läßt ihn über seine hintere Schüttrinne in die Seilbahnwagen der Drahtseilbahn laufen. Der elektrisch betriebene Bagger verfährt sich nach einer einfachen Umschaltung selbst von einer Tasche zur andern; auch kann auf diese Weise die eine Tasche, in die der an einigen Stellen der Grube gewonnene Formsand entladen wird, für sich bedient werden.

Die Seilbahn hat ferner die Aufgabe, die Kohlen für den Betrieb der in der Sandgrube arbeitenden Lokomotive heranzuschaffen. Zu dem Zweck verläuft neben der Beladestation in einem Geländeeinschnitt ein Eisenbahngleis, auf dem ein Kippwagen verkehrt, in den



Fig. 99. Beladestation der Sandtransportbahn Oberrothenbach.

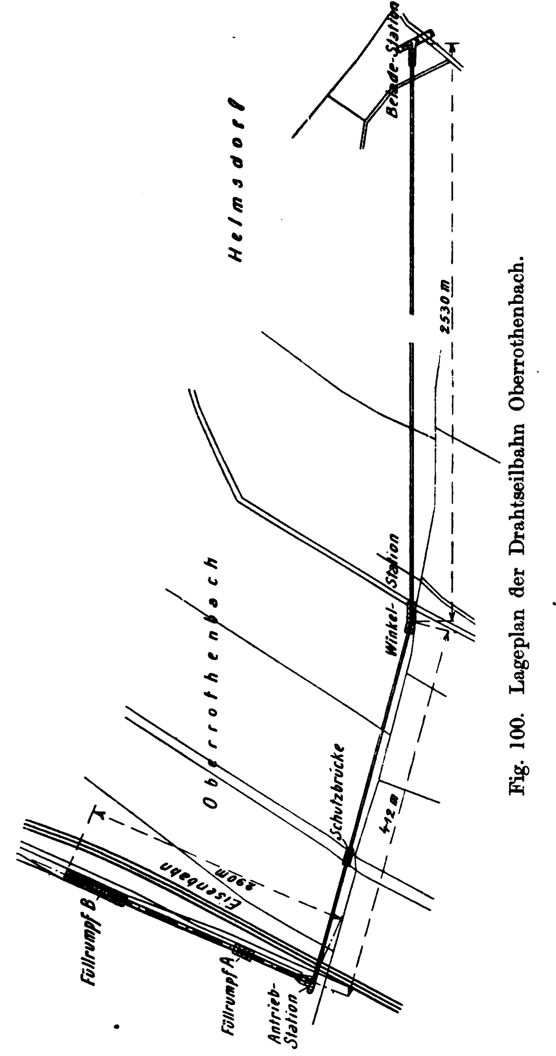


Fig. 100. Lageplan der Drahtseilbahn Oberrothenbach.

die Kohlen aus den Seilbahnwagen abgestürzt werden. Der volle Kohlenwagen wird dann auf einer Schrägstrecke mit Hilfe einer Winde emporgezogen und in einen hölzernen Silo ausgekippt, von dem aus die Versorgung der Lokomotive stattfindet.

Den Lageplan der gesamten Anlage zeigt Fig. 100. Etwa 2,5 km vor der Beladestation befindet sich eine automatisch durchfahrene Winkelstation, die von der Antriebsstation noch 412 m entfernt ist. An die Endstation schließt sich eine 290 m lange, maschinell betriebene Zweigstrecke mit festen Hängebahnschienen als Gleisen an, die die Sandwäsche durchläuft und in einer großen Füllrumpfanlage für die Verladung des Sandes in die Eisenbahnwagen endet (Fig. 101).

Der Betrieb geht nun in folgender Weise vor sich: Während der Morgenstunden durchlaufen die ankommenden, gefüllten Sandwagen die Wäsche ohne anzuhalten und kippen ihre Ladung automatisch in die Endfüllrümpfe aus. So werden je nach dem Bedarf der Schächte allmorgendlich 365—900 Sandwagen in den Verladesilo entleert. Die Auslaufschurren jedes einzelnen Behälters sind so groß vorgesehen, daß der ganze Inhalt einer Tasche auf einmal in einen darunterstehenden offenen Wagen hinausschießen kann, denn wegen des Backens des Sandes ist eine andere Entleerung mit geringerer Geschwindigkeit nicht möglich. Auf die Weise nimmt die Beladung eines ganzen Zuges von 16 Selbstentladern noch nicht 15 Minuten in Anspruch.

In die Sandwäsche, die zum Zweck einer möglichst vollkommenen

Ausnutzung des angelegten Kapitals errichtet wurde, fördert die Seilbahn nur mittags etwa 200—300 Wagen. Der ankommende Sand wird nach Einstellung eines entsprechenden Anschlages selbsttätig in einen Füllrumpf abgestürzt, aus dem ihn ein Elevator aufnimmt und in das Dachgeschoß der Wäsche fördert. Hier gelangt er in eine Reihe von Trommelsieben mit verschiedener Maschenweite, worin er nach Korngröße sortiert wird, während die anhaftenden Lehm- und Tonteile durch Wasserspülung entfernt werden. Der sortierte Sand kann auf der Vorderseite der Wäsche aus den entsprechenden Taschen über Schurren direkt in Eisenbahnwagen abgezogen werden.

Ein wesentliches Kennzeichen der im vorstehenden beschriebenen Anlagen ist die große Förderleistung. Kleinere Erzgruben, besonders



Fig. 101. Entladestation der Drahtseilbahn Oberrothenbach.

von Kupfer-, Nickel- und anderen hochwertigen Erzen, die in exotischen Gegenden liegen, haben aber oft eine, in Kubikmetern ausgedrückt, recht geringe Tagesförderung; außerdem befindet sich die Grube gewöhnlich ziemlich hoch im Gebirge, während die Eisenbahn, der das geförderte Gut zuzuführen ist, mehr oder weniger weit davon, sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung, entfernt ist. Es genügt dann vielfach eine einfachere Anlage, die im Prinzip den in Fig. 94 angedeuteten Niederlaßvorrichtungen entspricht. Auf jeder Seite der Drahtseilbahn befindet sich nur ein einziger Wagen, die beide derart fest mit dem Zugseil verbunden sind, daß der eine Wagen in der oberen Station vor der Beladeschurre steht, wenn der zweite an der Entladestelle in der unteren Station angekommen ist. Wird jetzt der obere Wagen aus einem Füllrumpf beladen, so setzt er sich nach einem geringen Anstoß auf der geneigten Strecke von selbst in Bewegung und zieht durch

sein Übergewicht den anderen, in der Gegenstation entleerten Wagen wieder in die Höhe. Da dieser Wagen oben auf dem zweiten Tragseil ankommt und eine Abkupplung vom Zugseil nicht stattfindet, so müssen die Füllrümpfe symmetrisch zu beiden Seiten der Station angeordnet sein.

Um übermäßig schnelle Bewegungen der Wagen auszuschließen, wirken auf die obere Umführungsscheibe des Zugseils mehrere Bandbremsen ein, gewöhnlich drei, die so eingestellt werden, daß gerade die

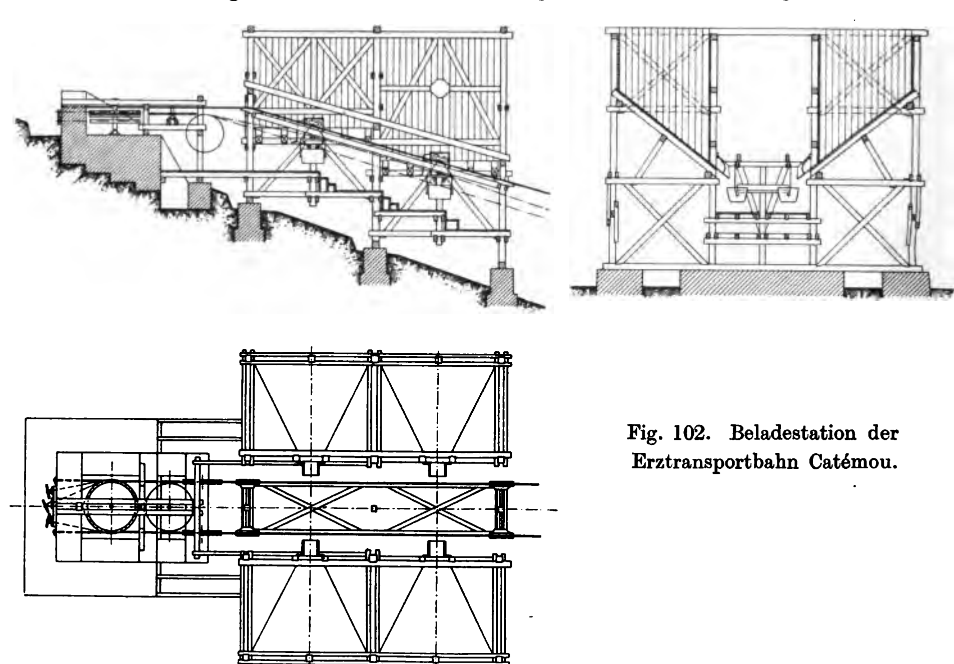


Fig. 102. Beladestation der Erztransportbahn Catémou.

normale Fahrgeschwindigkeit von 3—6 m/Sek. innegehalten wird. Die Einrichtung der beiden Stationen veranschaulichen die Fig. 102 und 103 näher. Die erstere zeigt die obere Belade- und Bremsstation der chilenischen Kupferminen von Catémou, in der die Tragseile fest verankert sind, die zweite die Entlade- und Spannstation derselben Bahn, die auch deswegen von besonderem Interesse ist, weil sie die größte bis jetzt ausgeführte Spannweite von 1115 m Länge enthält. Das Längsprofil dieser von Adolf Bleichert & Co. erbauten Anlage ist in Fig. 104 wiedergegeben. Da das Tal nicht tief genug ist, um den ganzen Durchhang des nur verhältnismäßig schwach angespannten Zugseils aufzunehmen, so mußte in der Mitte der freien Spannweite noch eine besondere Zugseilunterstützung an den Tragseilen aufgehängt werden.

Eine ebenfalls eigenartige, für die Zeche Caroline errichtete Drahtseilbahn stellt die Fig. 105 dar, deren Höhen im vierfachen Maßstab der Längen aufgezeichnet sind. Es ist das Längsprofil einer 1,2 km langen Drahtseilbahn normaler Konstruktion, die in einen tonnlägigen Schacht von 200 m Länge und 50 m Teufe hineingeht. Auf die Weise wird das

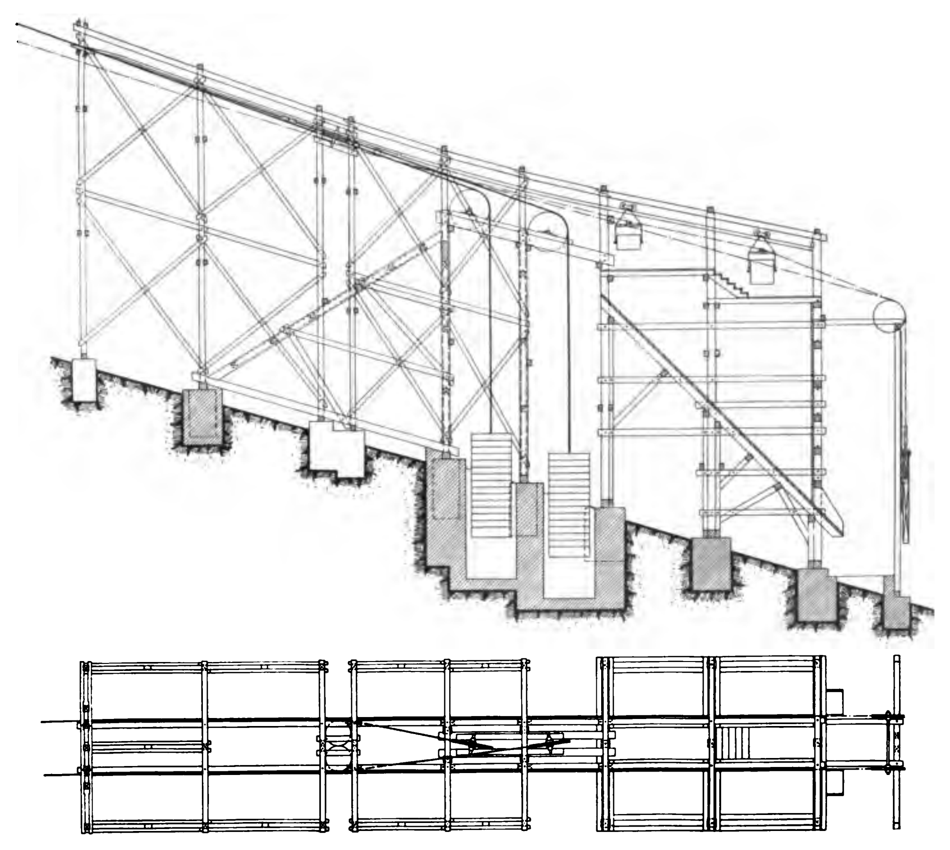


Fig. 103. Entladestation der Erztransportbahn Catémou.

Fördergut direkt von der Drahtseilbahn aus dem Hauptstollen des Bergwerks zutage und dann weiter fortgeschafft, ohne daß dazwischen eine Schachtförderung mit ihrer Fördermaschine und den sonstigen kostspieligen, eine dauernde Überwachung bedürfenden Einrichtungen nötig wird.

Eine für Bergwerke nicht gewöhnliche Anlage ist die für den Schacht Rheinelbe III der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. gelieferte, deren Gesamtanordnung und Ausführung die Fig. 106 widergibt. Es handelt sich hier gar nicht mehr um die geradlinige Verbindung zweier Stationen,

sondern die Aufgabe ist, die Kohle bei Wagenmangel oder Stockung im Absatz vom Schacht auf einen Lagerplatz zu schaffen und sie bei Stillstand der Schachtförderung oder sehr starkem Bedarf wieder der Separation zuzuführen.

Die Beladung der Drahtseilbahnwagen erfolgt aus dem Füllrumpf *E*, der sich in einem Anbau des Schachtgebäudes III befindet, und in

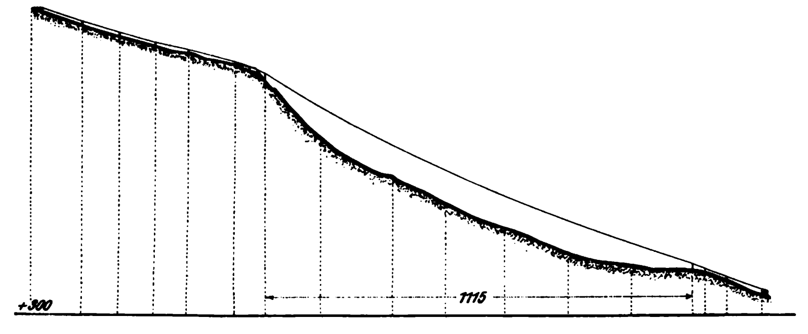


Fig. 104. Längsprofil der Erztransportbahn Catémou.

welchen die Kohle aus den Förderwagen vermittels der Kreiselwipper *D* abgegeben wird. Die Wagen fahren dann am Zugseil auf der an der Außenwand des Gebäudes *C* mit Auslegerkonsolen befestigten Schrägstrecke hinauf, werden um die Umführungsscheibe *F* am Zugseil mitgenommen (vgl. Fig. 31) und gehen ebenso über die fahrbare Absturz-

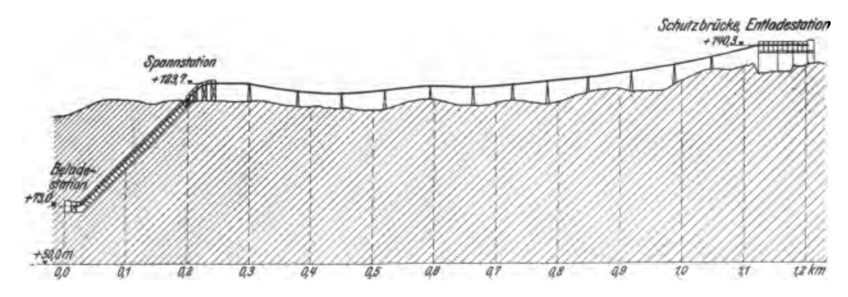


Fig. 105. Längsprofil der Drahtseilbahn der Zeche Caroline.

brücke *G*, wo ihre Kasten durch einstellbare Anschläge (vgl. Fig. 23) an jeder beliebigen Stelle ausgekippt werden können. Die entleerten Wagen müssen eine doppelte Seilscheibenumführung *H*, *J* durchlaufen, um wieder auf der höher gelegenen wagerechten Strecke an dem Gebäude *C* vorüberzukommen, und sind nun auf der kurzen Länge, die zwischen diesem Gebäude und der Beladestation bleibt, auf das Ausgangsniveau zu senken. Dazu dient eine Zickzackstrecke mit den beiden Umführungsscheiben *K* und *L*.

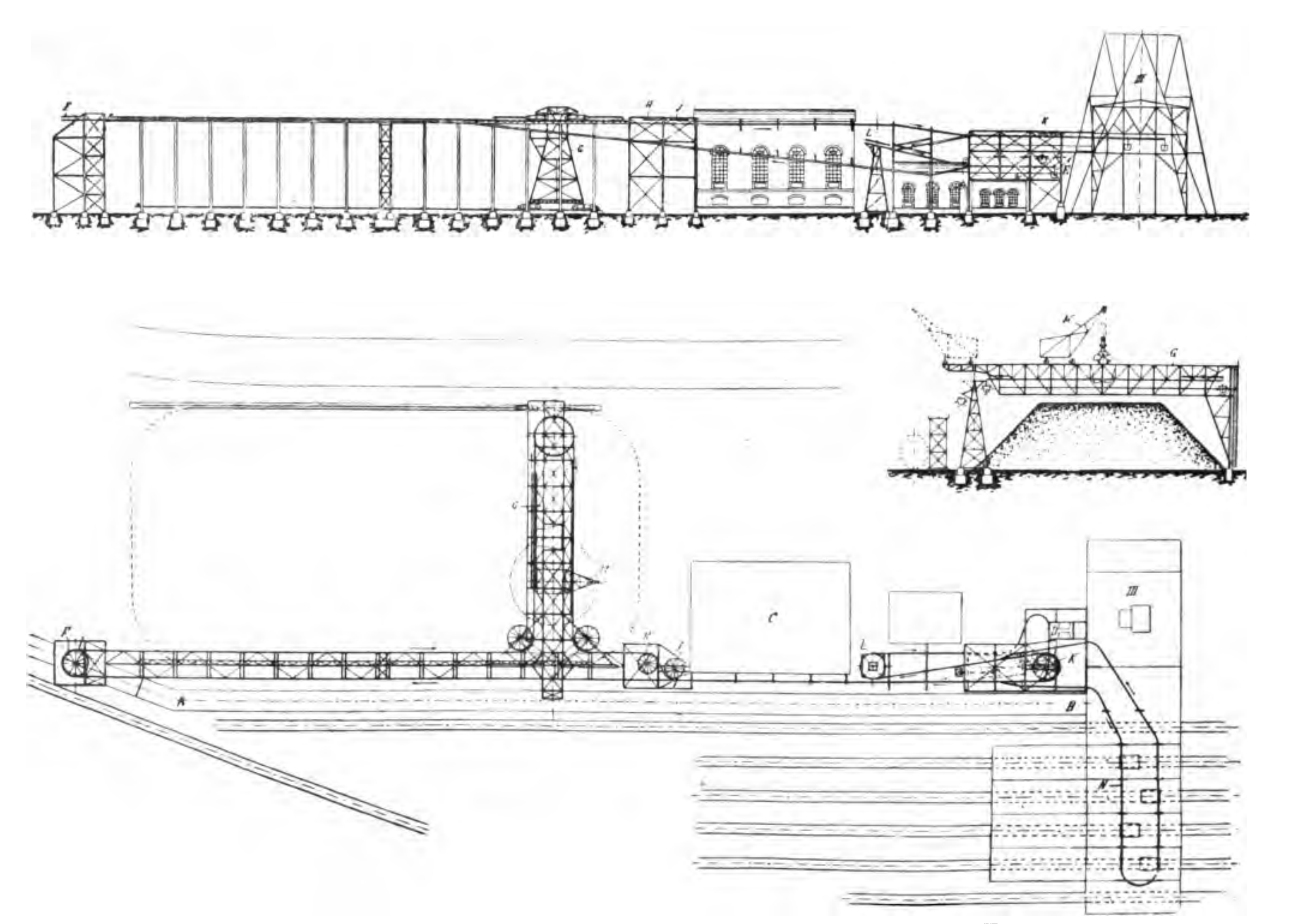


Fig. 106. Gesamtanordnung der Drahtseil-Hängebahn für Zeche Rheinelbe III.

Soll die Kohle vom Lagerplatz zurückverladen werden, so nimmt sie der auf der Fahrbrücke *G* hin und herlaufende Drehkran *M* vermittels eines Selbstgreifers auf und gibt sie in den auf der Mitte der Brücke angeordneten Füllrumpf ab, von dem aus die darunter angehaltenen Seilbahnwagen beladen werden. Die Wagen fahren dann auf demselben Wege wie vorher wieder mit dem Zugseil gekuppelt nach der Station am Schachtgebäude zurück, werden jedoch schon vor der Umführungsscheibe *K* wieder abgekuppelt und von Hand auf dem Hängebahngleis *N* über die Aufbreitung geschoben, in deren Apparate sie die Kohle vermittels Fülltrichter ausschütten. Trotzdem die für eine Förderleistung von 50 t/Std. berechnete Anlage wegen der nur zur Verfügung stehenden engen Durchgänge ziemlich verwickelt erscheint und sie naturgemäß nur verhältnismäßig geringe Benutzung erfährt, hat sie sich dennoch schon gut gelohnt.

Wie die Bergwerke machen auch Hüttenwerke von Drahtseilbahnen und Elektrohängebahnen für den Transport ihrer Rohmaterialien und Fertigfabrikate ausgedehntesten Gebrauch.

Eine der häufigsten Anwendungen ist die für den Betrieb der Kokerei und für ihre Verbindung mit den Hochöfen, die z. B. von der Aktiengesellschaft für Hüttenbetrieb in Duisburg-Meiderich in großartigstem Maßstabe durchgeführt worden ist. Aus den Kohlenbehältern der Wäsche wird die Kohle in die Wagen einer mehrfach verzweigten Hängebahn abgezogen, an die sich eine kurze, mit Drahtseil betriebene Linie anschließt, die zur Mischanlage führt, wo die Wagen wieder ausgekippt werden. Die hier verarbeitete Kohle wird auf einer Hängebahn weiterbefördert, die sich in einer Schleife unter der Mischanlage herzieht und durch ausrückbare Kuppeleinrichtungen mit einer zweiten Drahtseilbahn in Verbindung steht. Diese führt etwas ansteigend zu der in Fig. 107 rechts befindlichen Zentralstation an der Kokerei und ist rückwärts nach der Wäscherei verlängert, wo sie ihren Antrieb gemeinsam mit der ersten Linie erhält, so daß auch unmittelbar von der Wäsche nach der Kokerei gefördert werden kann, wenn die Kuppelstellen bei der Mischanlage ausgeschaltet werden. Die zweite Linie umschließt die Koksofenanlage in der Höhe vollständig, wobei die Wagen am Zugseil selbsttätig um in den Eckpunkten angeordnete Kurvenscheiben herumgeführt werden; sie entleeren sich dann auf der Strecke ebenfalls selbsttätig durch Anstoß an einen einstellbaren Anschlag in eine der vier Stampfmaschinen und kehren schließlich leer nach der Mischanlage oder Wäsche zurück. Die Stampfmaschinen werden auf Gleisen an den Koksofenbatterien entlang gefahren und schütten ihren Inhalt direkt in die Öfen aus, so daß der ganze Transport der Kohle von der Wäsche bis in die Öfen maschinell vor sich geht.

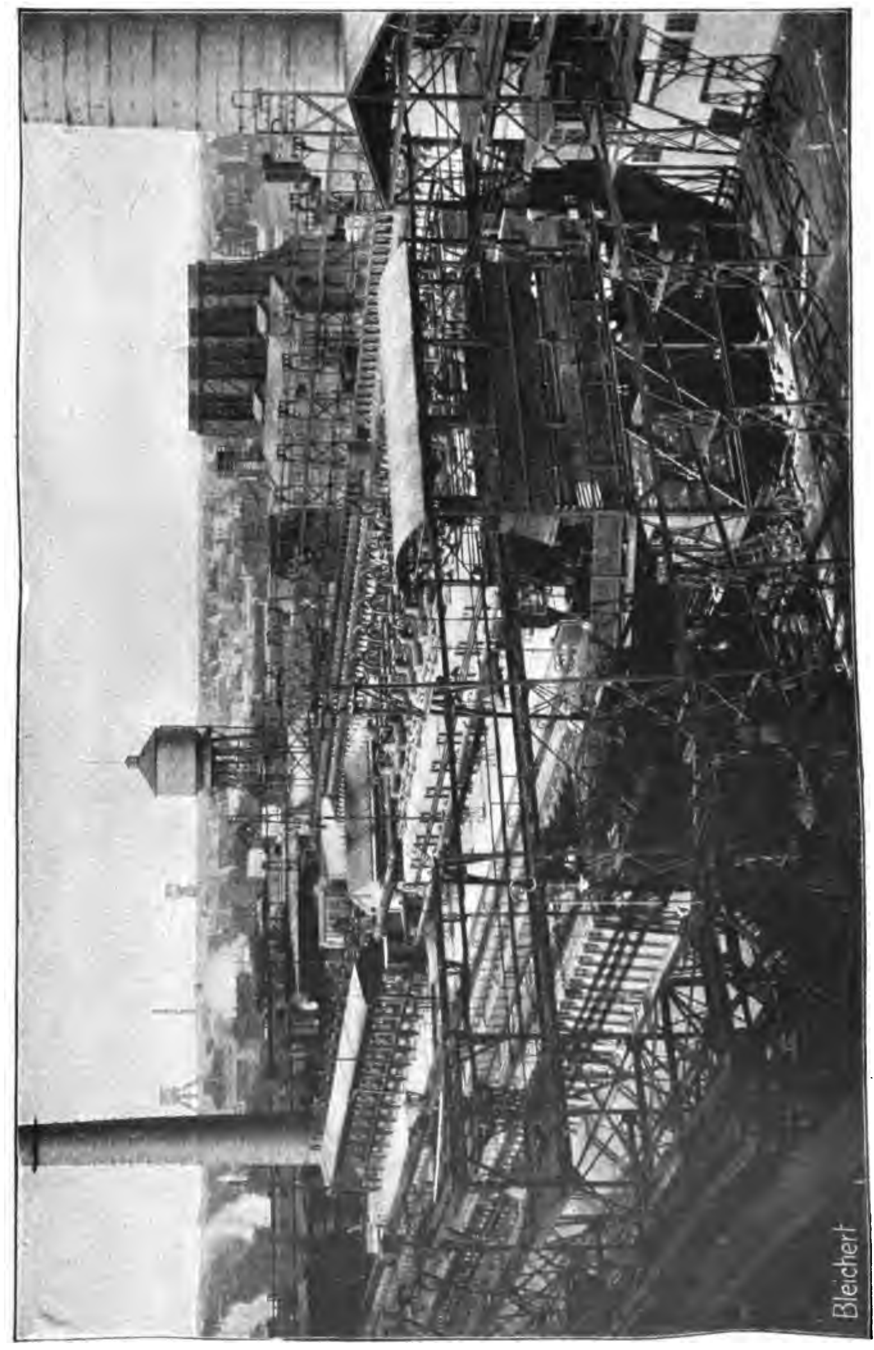


Fig. 107. Ansicht der Seilbahnanlage bei den Koksöfen in Duisburg-Meiderich.

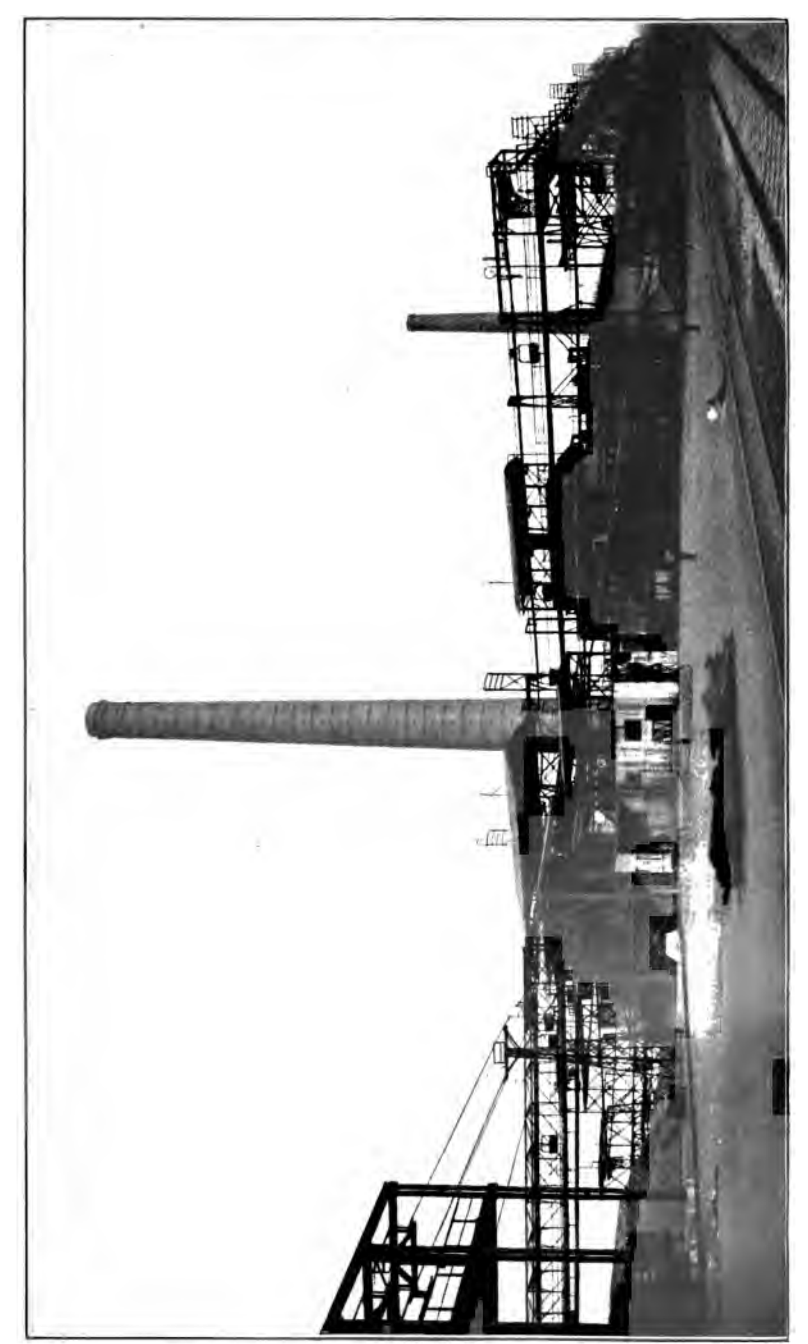


Fig. 108. Zweite Ansicht der Seilbahnanlage bei den Koksöfen in Duisburg-Meiderich.

Der abgelöschte Koks wird gleichfalls mit Hängebahnen weitertransportiert, indem er von den Rampen der Koksöfen in Hängebahnwagen übergeladen wird, deren Oberkante in ungefähr gleicher Höhe mit den Rampen liegt, und die auf ihrem Gleis von Hand verschoben werden. Dieses Gleis steht durch eine Reihe von Weichen mit der unten um die Ofenbatterie herumführenden Koksseilbahn in Verbindung, und an jeder Abzweigstelle können die Wagen vom Zugseil dieser vierten Bahn abgekuppelt und auf den Beladestrang übergeführt werden. Das innere Gleis der Koksseilbahn liegt auf jeder Seite der Koksöfen senkrecht unter der Kohlenzubringebahn (vgl. Fig. 107 und 108), jedoch werden die Wagen nicht vollständig im Kreise um die Koksöfen herumgeleitet, sondern sie kehren nach Umfahren der hinteren Umführungs-



Fig. 109. Drahtseilbahn zu den Hochöfen in Duisburg-Meiderich.

scheiben auf einem äußeren, höher gelegenen Strang zur Zentralstation zurück. Dieser äußere Strang der Bahn IV bietet die Möglichkeit, die Hängebahnwagen über fahrbare Rutschen direkt in Eisenbahnwagen auszuleeren, die auf dem rechten, in Fig. 108 sichtbaren Eisenbahngleis stehen. Eine Gesamtansicht der Koksofenanlage mit ihren verschiedenen Seilbahnen liefert die Fig. 107 von einem erhöhten Standpunkte aus; eine von der Hüttensohle aus aufgenommene Ansicht mit der Zentralstation in der Mitte bietet die Fig. 108. Beide zusammen geben ein äußerst anschauliches Bild der ganzen Anlage.

Gewöhnlich erfolgt der Transport des Kokes nach dem Hochofenwerk auf einer fünften Drahtseilbahn, die sich ebenfalls an die Zentralstation anschließt, derart, daß jede Umladung vermieden wird (Fig. 108). Die Wagen durchfahren zunächst eine Kokssieberei, wo Koks automatisch abgestürzt werden kann, überschreiten dann das Koksbeladegleis unter einem recht spitzen Winkel und werden dann wieder selbsttätig über

die Ablenkungsscheiben einer Kurvenstation geleitet bis zur End- und Antriebsstation der Linie bei den Hochöfen, vor der die darunter befindlichen Eisenbahngleise durch Brücken und Schutznetze gegen etwa herabfallende Stücke gesichert sind, wie Fig. 109 auf der rechten Seite erkennen läßt.

In der Endstation werden sämtliche Wagen abgekuppelt und über eine selbsttätig wirkende registrierende Wage auf die sechste Linie übergeschoben, die sich neben den Hochöfen etwas über dem Gichtplateau hinzieht. Darunter befinden sich an den Öfen Füllrümpfe, in die sich die Kokswagen selbsttätig je nach Einstellung der betreffenden Anschläge entleeren, so daß sie völlig automatisch bis zur Ausgangsstelle zurückkehren und von da wieder zur Kokerei gehen. Auf der Gichtbrücke ist noch eine von Hand betriebene Hängebahn vorhanden, deren Wagen aus den Füllrümpfen beladen, dann nach dem betreffenden Ofen gefahren und in die Gicht ausgekippt werden.

Wird ausnahmsweise Koks mit der Eisenbahn befördert, so wird er entweder direkt aus den Eisenbahnwagen in Hängebahnwagen übergeladen oder auch auf eine schräge Rampe geworfen, von der er sich ebenfalls in die Hängebahnwagen abziehen läßt. Diese fahren am Zugseil bis an das Ende einer siebenten Drahtseilbahnstrecke und werden von hier aus auf einer sich quer zur Achse der Füllrümpfe hinziehenden achten Linie nach Aufstellgleisen gebracht, von wo aus sie in der Reihe der Erzwagen durch Aufzüge auf die Gichtbühne gehoben werden.

Die herankommenden die Erze zuführenden Eisenbahnwagen werden über die in Beton ausgeführten Füllrümpfe gefahren, die in Fig. 110 links sichtbar sind, und dort senkrecht nach unten entladen. Unter den Füllrümpfen laufen quer zu den oberen Eisenbahngleisen Tunnel entlang, in welchen die Hängebahnwagen vermittels einfacher in den Bodenflächen der Erztaschen angeordneter Verschlußöffnungen beladen werden, worauf man sie auf die neunte Seilbahnlinie schiebt, auf der sie am Zugseil nach den Gichtaufzügen fahren. Vor jedem Aufzug befindet sich eine Reihe paralleler Aufstellgleise, auf denen die Wagen nach Chargen zusammengestellt und je nach Bedarf abgefertigt werden. Für den Fall, daß ein Aufzug stillgesetzt werden muß, sind die einzelnen Gichtbühnen miteinander durch Hängebahngleise verbunden, so daß die Möllerung dann von einem benachbarten Aufzuge herangebracht werden kann. Die leeren Wagen werden in den Aufzügen wieder herabgelassen, auf eine Linie X geschoben und gelangen von dort über Umführungsscheiben auf die andere Seite der Füllrümpfe, wo sie an irgendeinem der Querstränge wieder abgekuppelt und von neuem beladen werden.

Die ganze von Adolf Bleichert & Co. projektierte und ausgeführte Anlage läßt an Einheitlichkeit und Einfachheit des Transportes nichts

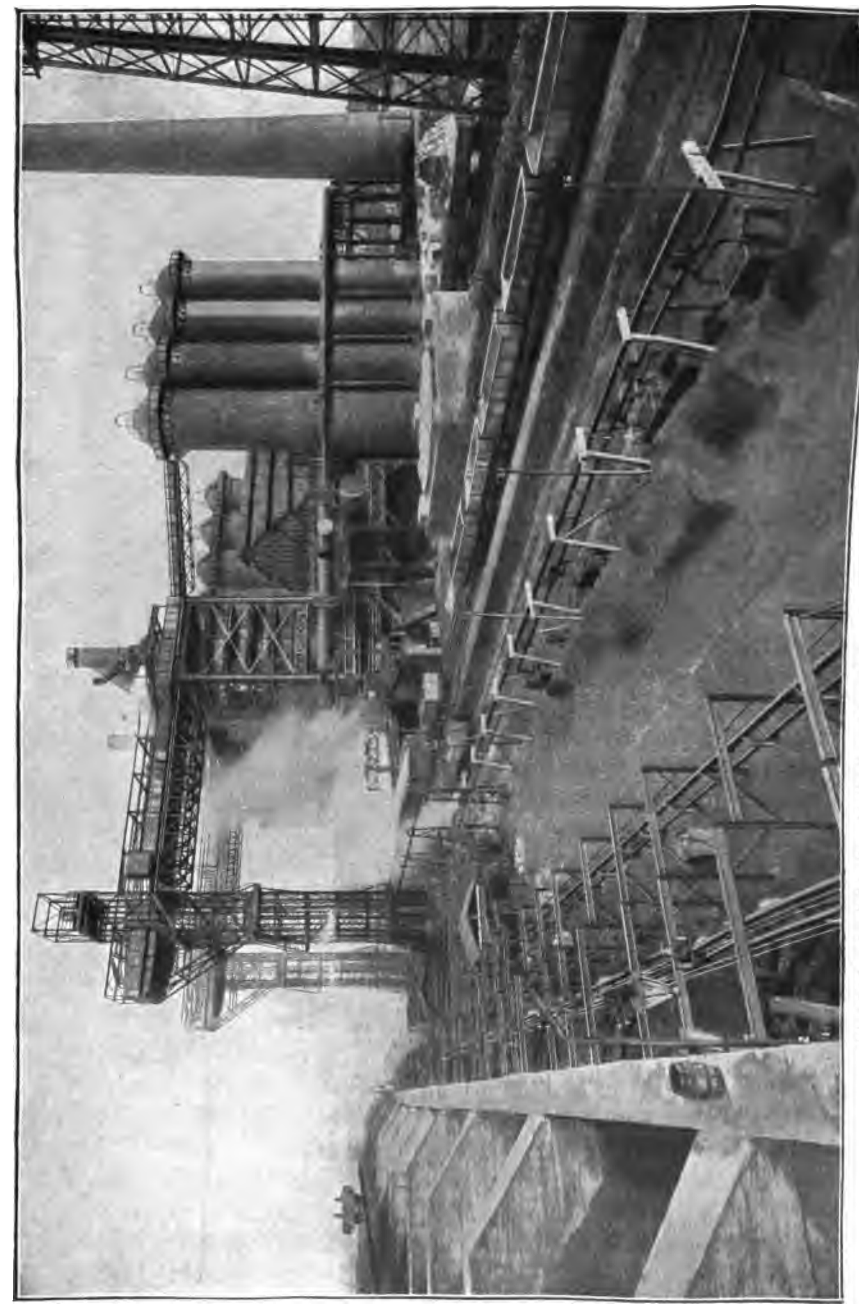


Fig. 110. Ansicht der Seilbahnanlage bei den Hochöfen in Duisburg-Meiderich.

zu wünschen übrig, obwohl die beschriebenen Seilbahnen und Hängebahnen nicht gleichzeitig entstanden sind, sondern erst im Laufe der Zeit auf den heutigen Stand gebracht wurden. Am ältesten ist die Erzförderanlage, dann entstanden die Bahnen bei der Kokerei, während die Verbindungslinie V, das Schlußglied in der Kette des mechanischen Transportes, zuletzt in Betrieb gesetzt wurde. Die Länge aller Drahtseilbahnen beträgt rund 3,1 km, ihre stündliche Gesamtleistung 280 t.

Die Förderung des Erzes auf die Gicht durch senkrechte Aufzüge war hier durch die Verhältnisse geboten, bringt aber gewisse Nachteile mit sich. Denn einmal sind oben und unten Leute erforderlich, um die Aufzüge zu bedienen, die bei Anordnung einer selbsttätigen, kontinuierlich wirkenden Transportvorrichtung entbehrt werden können, und andererseits ist die Leistungsfähigkeit von Transportvorrichtungen mit hin- und hergehendem Betrieb immer eine ganz bestimmte, die sich auch vorübergehend nicht steigern läßt, denn mit dem Absenden einer Ladung muß immer gewartet werden, bis die vorhergehende am Ziel angelangt und ein leeres Fördergefäß wieder auf den Aufzug geschoben ist. Da die ganzen Übersetzungsverhältnisse des Getriebes vom Motor bis zur Windentrommel für eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit eingerichtet sind, so sind Änderungen nur durch zeitraubende, langwierige Arbeiten möglich, so daß eine gelegentliche Steigerung der Leistung so gut wie ausgeschlossen ist. Infolgedessen sind Drahtseilbahnen mit ihrem kontinuierlichen Betrieb, die durch schnelleres Einschieben von Wagen beliebig überlastet werden können, für große Anlagen das Gegebene. Sie haben sogar vor Schrägaufzügen, die den ganzen, unten zusammengestellten Möller mit einem Male auf die Gicht heben und dort entleeren, den Vorzug, daß sie sich gegenseitig als Reserve dienen, da die verschiedenen Öfen nur durch leichte Brücken miteinander verbunden zu werden brauchen, über die von Hand bediente Hängebahnen gehen, welche alle Öfen in einfachster Weise an jede beliebige Zuführungsseilbahn anschließen.

Wenn man das Erz nicht gleich von der Grube bis auf die Gicht bringen kann, sondern das Material, wie gewöhnlich, erst auf dem Hüttenboden aufstapeln und mischen muß, erhält die Drahtseilbahn die Form einer verhältnismäßig leichten Schrägbrücke mit festen Hängebahnschienen, über die das Zugseil die Förderwagen hinaufzieht. Die älteste Ausführung der Art ist die von Adolf Bleichert & Co. 1900 für die Maximilianshütte in Unterwellenborn gebaute, die Fig. 111 wiedergibt. Aus den Erzbehältern wird das Material in die Seilbahnwagen abgezogen und dann über die Schrägbrücken automatisch bis auf die Gicht gebracht, wo einige wenige Arbeiter die Wagen auf ebenfalls maschinell betriebene, zu den einzelnen Gichten führende Seilbahnstränge ablenken.

Das System hat sich ausgezeichnet bewährt und ist in zahlreichen Ausführungen wiederholt worden, bis es durch die Einführung des elektrischen Einzelantriebes für Hängebahnwagen eine bedeutende Vervoll-

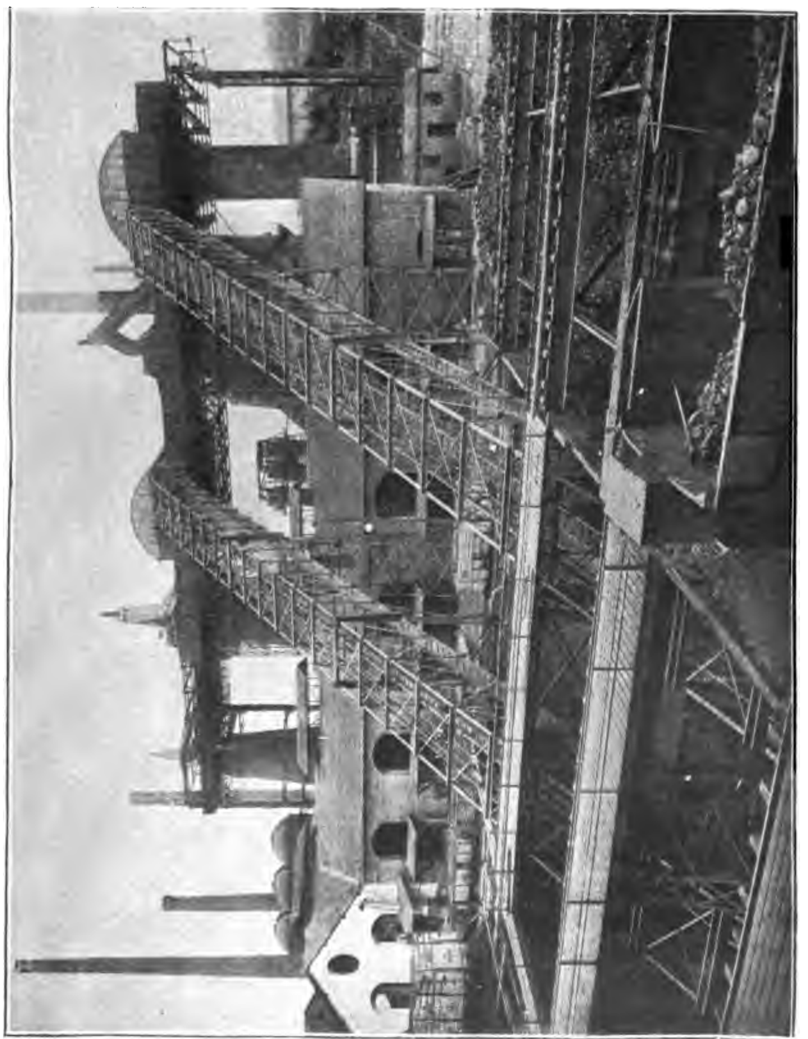


Fig. 111. Schrägseilbahn zur Hochofenbegichtung in Unterwellenborn.

kommnung erfahren hat, indem dadurch die Bewegung auf den wagerechten Strecken gegenüber dem Seilzug wesentlich vereinfacht wurde. Eine besonders übersichtliche und planmäßig durchgebildete Anlage der Art ist die des Hüttenwerkes der Gebrüder Stumm in Neunkirchen, deren Einzelheiten im folgenden eingehender beschrieben werden mögen.

Erz und Kalksteine werden dem Werk in Eisenbahnwagen zugeführt, deren Gleise über einer dreifachen Reihe von großen, aus Beton konstruierten Taschen endigen, in welche das Material abgeworfen wird. Unter diesen bedeckten Erztaschen laufen drei Tunnel entlang, die die Gleise von Elektrohängebahnen enthalten, deren Wagen durch Rutschen mit Rundschieberverschlüssen von einigen wenigen, allein dafür angestellten Arbeitern beladen werden. Den Blick in einen solchen Beladetunnel mit den Rutschen und ihren Verschlüssen gibt Fig. 112 wieder. Die dort beschäftigten Arbeiter haben nur die Klappe zu öffnen und gelegentlich etwas nachzuhelfen, wenn sich große Erzstücke etwa stauen. Mit der Bewegung der Wagen haben sie nichts zu tun; diese halten vor der Auslauföffnung an, wenn der Arbeiter vermittels eines



Fig. 112. Beladetunnel unter den Erzfüllrümpfen in Neunkirchen.

kleinen Handschalters die elektrische Schleifleitung an der Stelle stromlos macht, und werden nach beendeter Füllung durch Einschalten des Stromes wieder in Bewegung gesetzt. Wenn etwa während des Füllens weitere Wagen herankommen, so bleiben sie im richtigen Abstand von selbst stehen, so daß ein Zusammenstoß ausgeschlossen ist, und fahren ebenfalls selbsttätig näher heran, sobald der erste Wagen sich in genügender Entfernung befindet.

Die Beladegleise vereinigen sich auf einem kurzen Strang, wo das Gewicht der einzelnen Wagen automatisch gewogen und registriert wird. Dann werden die Wagen durch eine Kehre mit anschließenden Weichen auf eines der vier Aufstellgleise geleitet, deren Ansicht Fig. 113 zeigt, und dort nach Chargen für die einzelnen Öfen hintereinander geordnet. Hier warten sie solange, bis der Mann, der am Fuße der Schrägbrücke seinen Stand hat, durch Einschalten des Stromes den ersten Wagen eines Stranges in Bewegung setzt, worauf die anderen

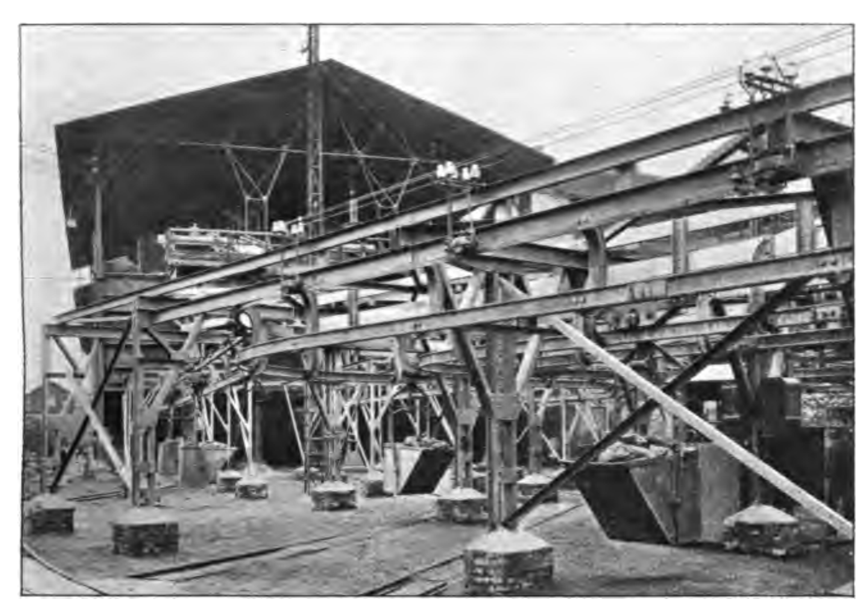


Fig. 113. Aufstellgleise für die Hochofenbegichtung in Neunkirchen.



Fig. 114. Blick auf die Füllrümpfe und Aufstellgleise in Neunkirchen.

in dem durch das Bleichertsche Blocksystem vorgeschriebenen Abstand automatisch nachrücken. Jeder Wagen ist ferner mit dem in Fig. 30 dargestellten „Automat"-Kuppelapparat für Unterseil ver-

sehen, der selbsttätig, ohne daß die Wagen ihre Fahrt unterbrechen, die Kupplung mit dem ständig auf der Schrägbrücke umlaufenden Zugseil herstellt, das dort den Antrieb übernimmt. Einen Überblick von dem 12 m über Hüttensohle befindlichen Hochplateau auf den unteren Teil der Schrägbrücke, die Aufstellgleise und das Erz- bzw. Kalksteinlager gewährt die Fig. 114, einen Blick in die Schrägbrücke herunter gibt Fig. 115 wieder.

Die Wagen kuppeln sich oben wieder selbsttätig vom Zugseil ab und fahren auf der Wagerechten unter Strom weiter. Durch Einstellen der verschiedenen Weichen werden sie von einem oben stehenden Mann



Fig. 115. Schrägbrücke in Neunkirchen.

nach den einzelnen Öfen abgelenkt und dann in die Gichtschüssel ausgekippt (Fig. 116), um darauf zur Schrägbrücke zurückzukehren und am Zugseil wieder herunterzufahren. Unten gelangen sämtliche Wagen auf einem neben den Füllrümpfen entlanglaufenden Strang nach der Hinterseite des Lagergebäudes, wo sie von dem Quergleis aus durch Einstellen der Weichen wieder auf einen der drei Beladestränge geführt werden.

Die notwendige, vom Betrieb immer geforderte Reserve ist durch doppelte Ausführung der Schrägbahn getroffen. Sowohl für das Hinauffahren als auch die Abwärtsfahrt stehen je zwei Stränge zur Verfügung, so daß, selbst wenn nur eine Sicherung durchschmelzen sollte, der Betrieb ungehindert auf der daneben liegenden Strecke weitergehen

kann. Zur gesamten Erz- und Kalksteinförderung werden von der Elektrohängebahn in der Schicht nur 16 Arbeiter benötigt, während man vorher bei Handmöllerung und Vertikalaufzügen in jeder Schicht 78 Arbeiter für dieselbe Tätigkeit brauchte. Da der Betrieb naturgemäß Tag und Nacht durchgeht, ergibt sich eine tägliche Ersparnis von 124 Arbeitern, für die Löhne und Unfallkosten in Wegfall kommen, die früher durch gegenseitiges Anfahren der von Hand gestoßenen Wagen und durch die verschiedenen mit dem Betrieb der Aufzüge in Verbindung stehenden Unfälle einen recht bedeutenden Betrag ergaben.

Bei der Eisenwerks-Aktiengesellschaft Maximilianshütte in Rosenberg, auf deren Schrägbrücken bereits vorher hingewiesen war, ist in noch höherem Maße von Drahtseilbahnen und Elektrohängebahnen

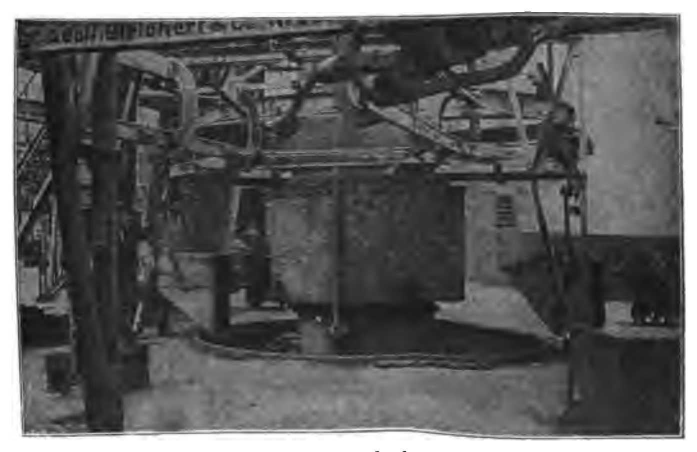


Fig. 116. Beschickung der Gichtglockentrichter in Neunkirchen.

Gebrauch gemacht worden, wie die Fig. 117 erkennen läßt. Die ankommenden Eisenbahnwagen werden hier nicht über den Erztaschen entleert, sondern mit Hilfe eines Waggonkippers (Fig. 118). Der Füllrumpf unter dem Kipper wird nun von einer Elektrohängebahn unterfahren, in deren Wagen die Erze abgezogen werden; eine Schrägseilstrecke befördert die Wagen dann auf die Höhe der Füllrümpfe, wo sie — nun wieder elektrisch angetrieben — auf eins der Absturzgleise geführt werden. Der Koksschuppen wird ebenfalls durch eine Bleichertsche Elektrohängebahn bedient, deren Wagen im Gegensatz zu denen der Erzbahn noch mit einer elektrisch betätigten Winde ausgerüstet sind, die die leeren Wagenkasten neben dem Eisenbahngleis zur Beladung mit Koks absetzt (Fig. 119). Darauf werden sie von der Winde wieder angehoben und dann über das Lager gefahren, wo der Mann, der die ganze Anlage von dem in der Abbildung sichtbaren Häuschen aus durch die patentierte Fernsteuerung überwacht

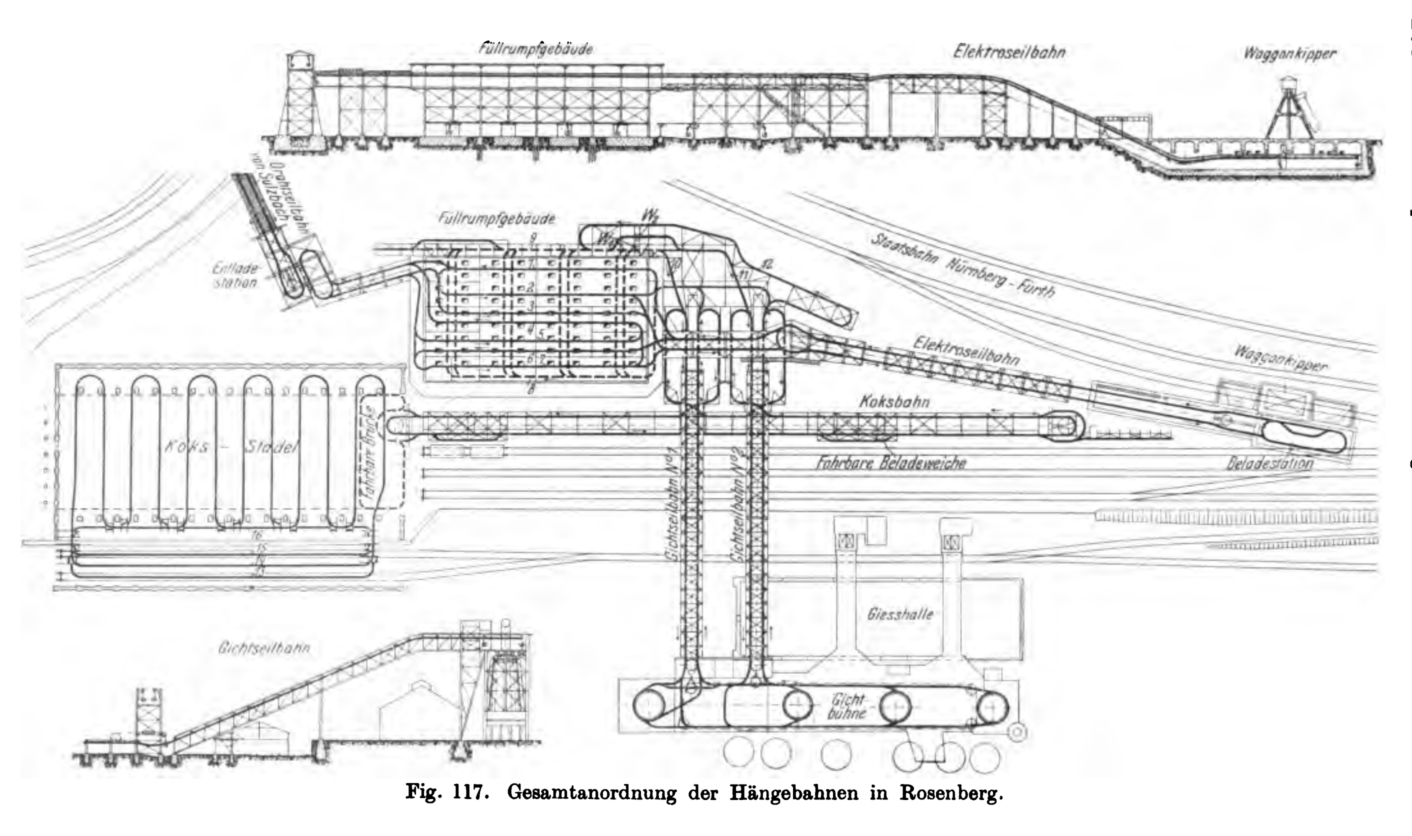


Fig. 117. Gesamtanordnung der Hängebahnen in Rosenberg.

und bedient, den Kasten wieder senkt und unmittelbar über der Schüttstelle zum Kippen bringt, so daß der Koks nicht durch den Sturz leidet. Alle Materialien werden schließlich durch ein System von Drahtseilhängebahnen über die Schrägbrücken auf die Gichtbühne und nach den einzelnen Hochöfen befördert.



Fig. 118. Waggonkipper in Rosenberg.

In Fig. 120 ist noch der Lageplan einer entsprechenden Elektrohängebahnanlage wiedergegeben, derjenigen der Buderusschen Eisenwerke in Wetzlar. Die Erze kommen mit der Eisenbahn an, ebenso der Koks, doch wird ein Teil des letzteren, sowie der Kalkstein auch durch Drahtseilbahnen zugebracht, von deren Endstationen eine Elektrohängebahn den Weitertransport in die dafür bestimmten Silokammern übernimmt. Unter den Füllrümpfen geht eine Reihe von Elektro - Hängebahnsträngen entlang, die das dort entnommene Material der Gichtseilbrücke zuführen. Der Koks wird von dem mit der Eisenbahn beschickten Lager vermittels einer fahrbaren Beladebrücke aufgenommen und dann von der vor dem Lager entlang laufenden Elektrohängebahn ebenfalls zu den Aufstell-



Fig. 119. Beschickung des Kokslagers in Rosenberg.

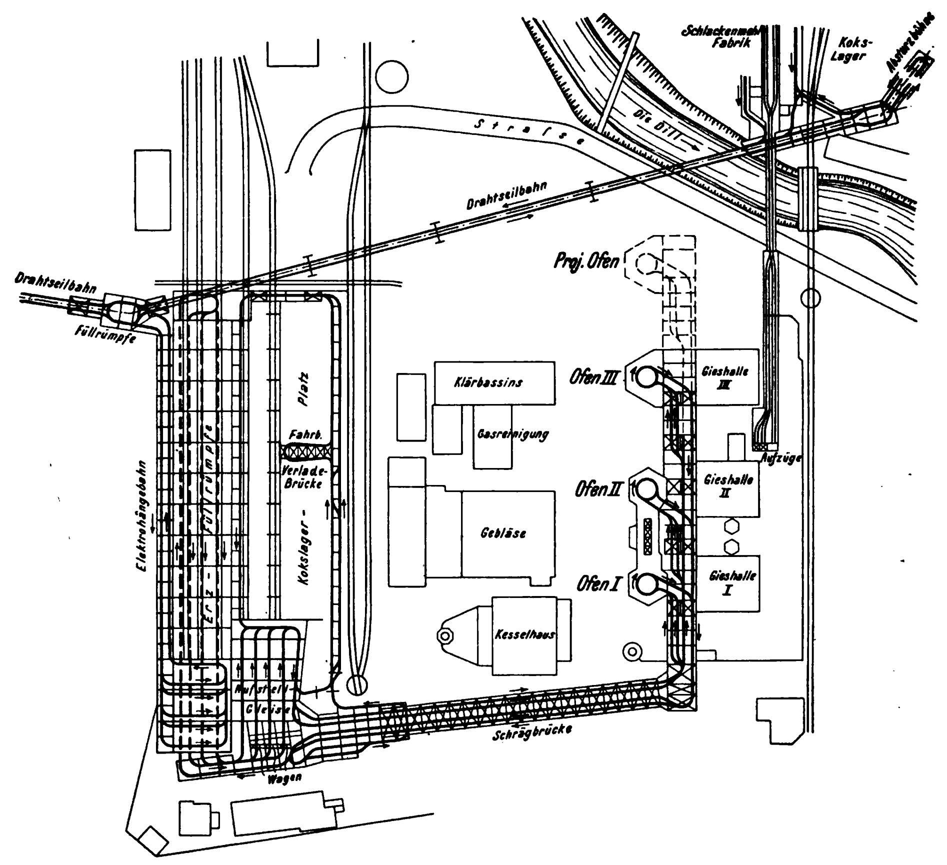


Fig. 120. Lageplan der Elektrohängebahnen in Wetzlar.

gleisen der Schrägbrücke gebracht, auf der wieder aus Sicherheitsgründen zwei Seilbahnen in die Höhe gehen.

Bergbau- und Hüttenbetriebe erzeugen gewaltige Mengen von Rückständen. Oben war bereits kurz darauf hingewiesen, wie man die zur Beförderung der gewonnenen Kohle dienenden Drahtseilbahnanlagen mit Vorteil gleichzeitig zum Abtransport der Waschberge benutzt. Meist werden jedoch besondere Einrichtungen hierfür erforderlich. Von dem alten System der Gleisbahnen kommt man mehr und mehr ab, weil es nicht möglich ist, damit größere Steigungen und Gefälle zu nehmen und so das Gelände auf die günstigste Weise auszunutzen. Drahtseilbahnen, die eigens für den Transport von Schiefer oder Hochofenschlacke gebaut werden, haben sich deshalb schon seit langen Jahren eingebürgert und finden immer mehr Verbreitung.

Häufig führt man einige Stützen einer derartigen Anlage besonders hoch aus — man ist damit bis zu Höhen von 40 m gegangen — und befestigt an dem Tragseil einen Anschlag, der die Verriegelung der Fördergefäße beim Anstoß selbsttätig auslöst (vgl. Fig. 95). Ein solcher Anschlag, der von Zeit zu Zeit versetzt wird, ist in Fig. 121 besonders dargestellt. Halden dieser Art nehmen die Form eines langen Dammes an. Ein Beispiel gibt Fig. 122, die Aufriß und Lageplan der Haldenseilbahn für die Kalizeche Marie Louise in Oschersleben wiedergibt. Die Tragseile liegen hier in der verhältnismäßig geringen Höhe von 15 m. Eine andere, nach einer Ausführung aufgenommene Abbildung bietet Fig. 123, die die eben begonnene Halde der Kali-Gewerkschaft Wintershall in Heringen mit einer 30 m hohen Holzstütze und einem rahmenförmig ausgebildeten Entladeanschlag zeigt. Die Stütze wird später ebenso wie die rechts und links von ihr gelegenen Unterstützungen von dem abgestürzten Schlamm



Fig. 121. Anschlag zum selbsttätigen Auskippen der Wagenkasten.

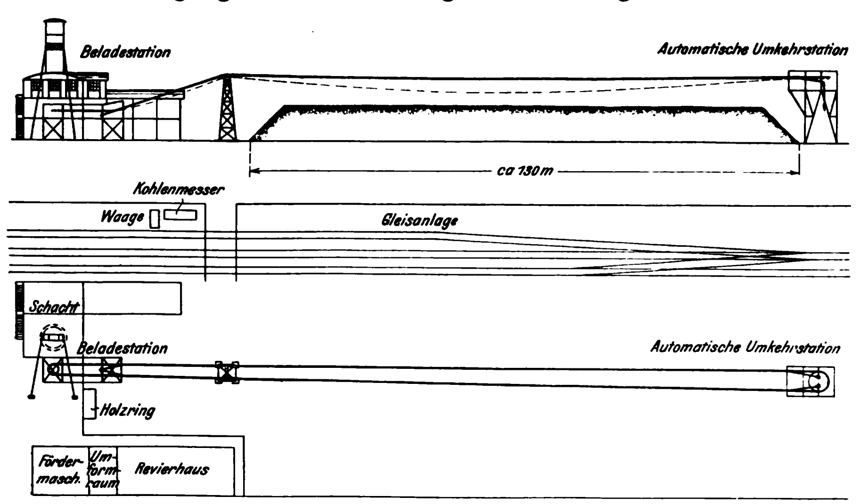


Fig. 122. Haldenseilbahn in Oschersleben.

eingeschüttet werden. Am Ende der Absturzstelle befindet sich eine Umführungsscheibe, um die die Wagen automatisch herumgeführt werden, ohne sich vom Zugseil zu lösen. Die Haldenbahn verlangt also mit Ausnahme der Leute in der Beladestation nicht die geringste Bedienung.

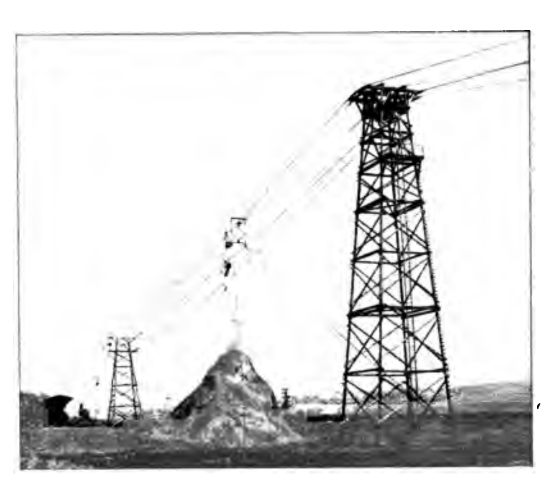


Fig. 123. Haldenseilbahn in Heringen.

Eine durch die Lage der Halde im Verhältnis zur Beladestation bemerkenswerte Anlage ist die in Fig. 124 dargestellte einer von Adolf Bleichert & Co. in Glamorgan (Schottland) errichteten Haldenseilbahn. Die Höhen der Hauptzeichnung sind im doppelten Maßstab der Längen aufgetragen, so daß die eiserne, später zuzuschüttende Mittelstütze eine Höhe von 35 m besitzt. Die Entnahme des Materials aus Füllrümpfen und den Gesamtaufbau der Antriebsstation veranschaulichen die Nebenfiguren.

Wenn die Aufschüttung der Halde bis zur vollen Höhe längere Jahre erfordert, kann man die Stützen der Drahtseilbahn zuerst niedriger halten und erhöht sie erst später, dem Bedarf folgend. Eine solche Ausführung für die Powell Steam Coal Co. in Aberaman zeigt die Fig. 125, deren Höhen ebenfalls doppelt so groß wie die Längen gezeichnet sind. Die Absturzstelle liegt auch wieder auf einer Anhöhe, und die Wagen müssen aus örtlichen Gründen erst eine allerdings keine Aufsicht erfordernde Winkelstation durchlaufen, um zur Halde zu gelangen, die vorläufig nur auf 17 m Höhe angeschüttet werden soll, jedoch mit der Zeit bis auf 45 m, entsprechend etwa 50 m Stützenhöhe ansteigen wird. Die Stützen werden natürlich von vornherein demgemäß stark bemessen.

Ist der für die Halde verfügbare Raum von beschränkter Länge, dafür aber von größerer Breite, so legt man die Endstation der Drahtseilbahn auf Stützen möglichst hoch und schließt an sie, nachdem dahinter einmal ein bis zu ihrer Höhe gehender Haufen angeschüttet ist, eine Hängebahn mit niedrigen, auf der Halde stehenden Stützen an, auf der die Wagen von Hand weiter geschoben und entleert werden. Diese Handhängebahnen werden immer weiter ausgebaut, mit Zweigstrecken versehen oder auch im Kreise herumgeschwenkt, wie Fig. 126

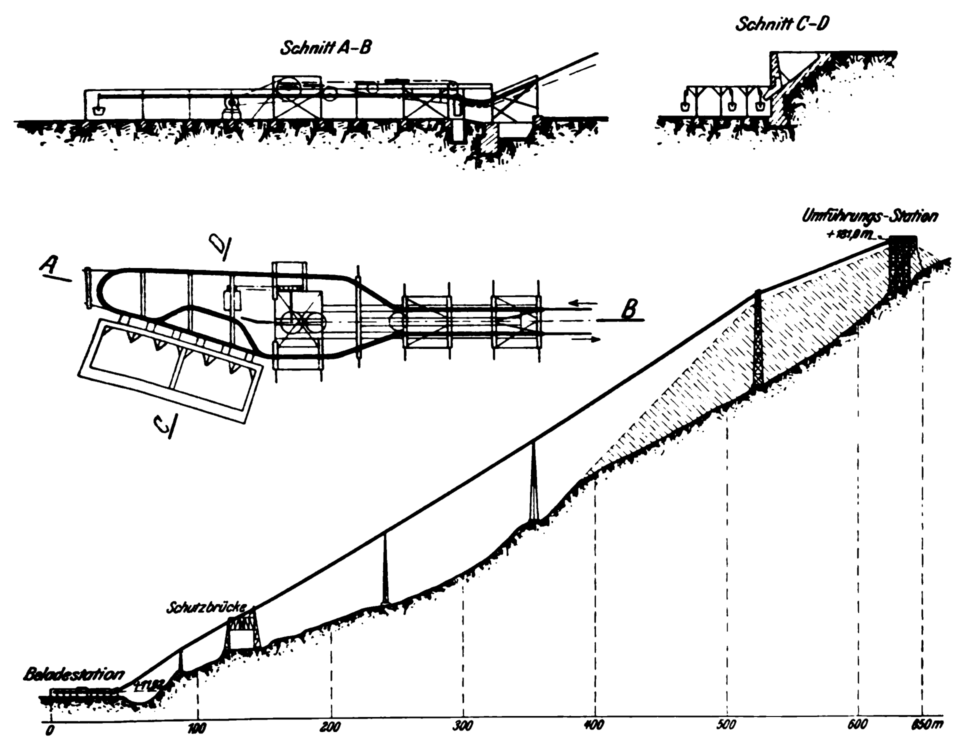


Fig. 124. Längsprofil und Beladestation der Haldenseilbahn in Glamorgan.

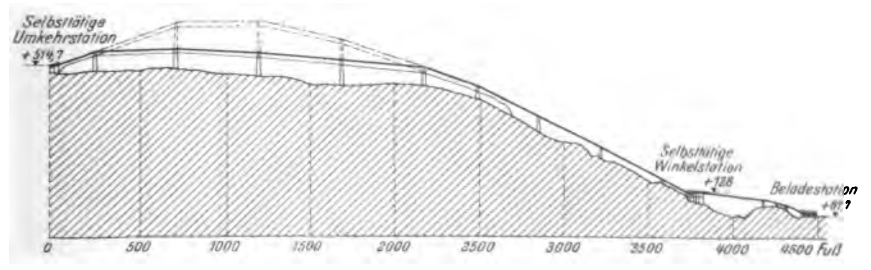


Fig. 125. Haldenseilbahn in Aberaman.

angibt. Es ist das ein recht gebräuchliches System der Haldenbeschickung, weil die Beschaffungskosten für den Ausbau der Handhängebahnen sehr gering sind; dafür erfordert es aber unter Umständen ganz bedeutende Ausgaben für Arbeitslöhne, die z. B. bei einer Anlage des belgischen Hochofenwerkes Providence bei Marchienne au Pont täglich rund 60 Frs., also im Jahr über 22 000 Frs. betrugen.



Fig. 126. Haldenbeschickung mit anschließenden Hängebahngleisen.

Eine andere Ausführung einer Haldenbahn zeigt Fig. 127, eine Anlage, die durch eine schwenkbare Kurvenstation ausgezeichnet ist.



Fig. 127. Haldenseilbahn mit drehbarer Kurvenstation.

Es ist dies eine Bleichertsche Spezialkonstruktion, bei der durch allmähliches Herumschwenken der Endstation ein Bogen von 150—180° beschüttet werden kann. Ist der Platz so bedeckt worden, so werden

auf der Anschüttung neue Stützen errichtet und die Drahtseilbahn höher gelegt, worauf dasselbe Spiel wieder beginnen kann.

Nun ist es klar, daß die Arbeit sehr erleichtert wird, wenn man statt nach und nach von vornherein in die Höhe geht. Auf einem gegebenen Gelände läßt sich aber nur eine ganz bestimmte größte

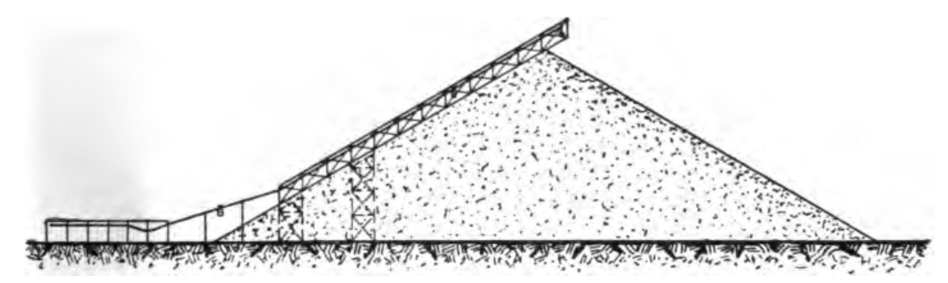


Fig. 128. Brückenanordnung zur Aufschüttung kegelförmiger Halden.

Materialmenge anschütten, die allein vom Böschungswinkel ϱ des Fördergutes abhängig ist. Bei kreisförmiger Grundfläche vom Halbmesser r erhält man z. B. einen Kegel, dessen größte erreichbare Höhe $h = r \cdot \operatorname{tg} \varrho$ ist, die bei einer zweckmäßigen Anlage von vornherein angestrebt werden sollte. Aus dieser Überlegung ging das Bleichertsche Haldenseilbahnsystem hervor, das skizzenhaft durch Fig. 128 veranschaulicht ist; den Kopf der Haldenseilbahn in Ansicht und Querschnitt zeigt Fig. 129 deutlicher.

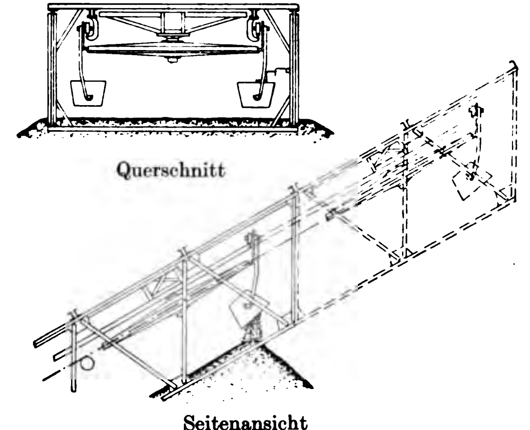


Fig. 129. Einzelheiten der Haldenbeschickungsbrücke.

Es wird eine unter dem Winkel ϱ ansteigende Brücke errichtet, auf der die Wagen durch ein Zugseil bewegt werden, um am höchsten Punkte, wo eine Umkehrscheibe angebracht ist, selbsttätig auszukippen und dann entleert zurückzukehren. Wenn die Flanke des entstehenden Kegels die Unterseite der Brücke erreicht hat und deren auskragenden Feldern Unterstützung gewährt, ist es möglich, ein neues Glied anzubauen und die Umkehrscheibe wieder frei hinauszuschieben, was in kurzer Zeit zu erledigen ist und wenig Kosten verursacht.

Eine im Entstehen begriffene Halde nach dieser Schüttmethode zeigt z. B. Fig. 130, eine schon ältere, nämlich die des Eisenwerks Providence, Fig. 131, die auf eine vorhandene flache Halde aufgesetzt



Fig. 130. Seilbahn mit Haldenbrücke.

worden ist. Das Einbauen neuer ansteigender Brückenglieder kann so lange fortgesetzt werden, bis die Fußpunkte des Kegels den Rand des Schüttgeländes berühren. Nun kann man, falls es sich um einen in Richtung der Seilbahn verlaufenden längeren Streifen handelt,

wagerecht weiterbauen, oder, falls das Gelände sich senkrecht zur Richtung der Schrägbrücke weiter ausdehnt, die Brücke zur Seite ablenken oder seitwärts Ausleger mit kleinen Seiltrieben oder auch Transportbändern u. dgl. ansetzen. Jedenfalls wird auf diese Weise das verfügbare Gelände ohne mehr Handarbeit, als das gelegentliche Ansetzen neuer Brückenglieder erfordert, am besten ausgenutzt.

Was für gewaltige Mengen mit einer nach diesen Gesichtspunkten von vornherein errichteten Haldenbahn aufgestapelt werden können,



Fig. 131. Seilbahn mit Haldenbrücke in Marchienne au Pont.

veranschaulicht die umstehende Tabelle, der ein Böschungswinkel von 35° und eine durchschnittliche Tagesleistung von 200 cbm Material zugrunde gelegt ist.

Die Zeit, die zwischen dem Ansetzen von zwei weiteren Brückengliedern entsprechend einer jedesmaligen Erhöhung um etwa 5 m verstreicht, beträgt also bei 30 m Haldenhöhe ungefähr ein halbes Jahr, bei 70 m Höhe dagegen schon 3 Jahre und nimmt noch beständig zu. Die Kosten für die Erweiterung der Anlage sind daher ganz außerordentlich gering und stehen in gar keinem Verhältnis zu den Ausgaben, die der Ausbau und das Umsetzen einer Hängebahnanlage mit Handbetrieb erfordert, ganz abgesehen von den dabei aufzuwendenden Löhnen.

Haldenhöhe	Grundkreis-Durchmesser	Aufgeschüttete Menge	Zum Aufschütten verbrauchte Zeit		
m	m	cbm	Tage =	Jahre +	Monate
30	86	58 100	290	1	—
35	100	91 600	460	1	5,5
40	115	138 500	700	2	3,5
45	129	197 000	1 000	3	3,5
50	143	267 700	1 350	4	5
55	158	359 500	1 800	6	—
60	172	464 700	2 350	7	9,5
65	186	588 700	2 950	10	—
70	200	733 100	3 700	12	3,5
75	215	907 600	4 550	15	2
100	286	2 150 000	10 800	36	—
125	358	4 200 000	21 000	70	—

In Fig. 132 sind unter Annahme der obigen Förderleistung die auf 1 cbm entfallenden Beträge für Löhne, Energieverbrauch bei dem Preise von 5 Pf. für die Kilowattstunde, Reparaturen und Erweiterungen in Abhängigkeit von der Höhe des Haldenkegels bzw. der Zeit dargestellt, dazu diejenigen für Verzinsung und Amortisation, einmal bei der für maschinelle Einrichtungen üblichen Amortisationsdauer von 10 Jahren und dann gestrichelt auch für die Dauer von 20 Jahren. Haldenbahnen werden ja immer für die Dauer errichtet, und man kann sicher sein, daß der Betrieb jahraus jahrein in derselben Weise vor sich gehen wird, so daß eine so rasche Abschreibung wie bei anderen Maschinenanlagen, die mehr dem Verschleiß und dem Wechsel unterworfen sind, nicht nötig erscheint. In diesem Falle belaufen sich die Förderkosten zu Anfang auf 16 Pf. für 1 cbm, sinken entsprechend der Abnahme des zu verzinsenden Kapitals bis zum Ende der Amorti-

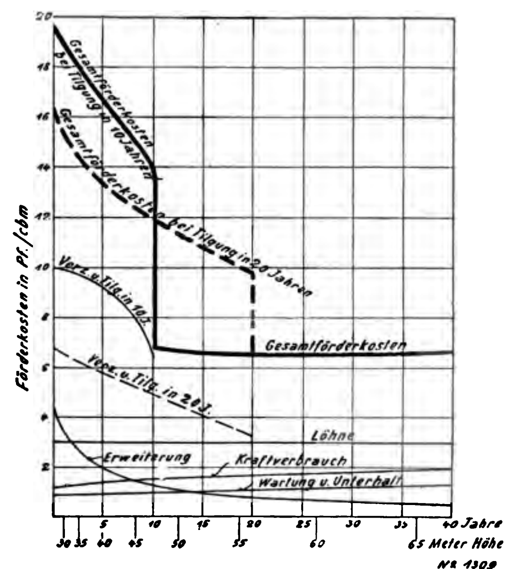


Fig. 132. Förderkosten für eine Kegelhalde mit Schrägbrücke.

sationsperiode auf $6^1/_4$ Pf. und halten sich nachher dauernd zwischen 6 und 7 Pf./cbm. Das spätere geringe Ansteigen erklärt sich aus der Zunahme des Energiebedarfes mit steigender Haldenhöhe, der durch die Abnahme der an sich geringen Erweiterungskosten nicht völlig ausgeglichen wird.

Daß das System sich so rasch eingebürgert hat — es ist nicht nur in Deutschland und in Belgien, sondern auch in überseeischen Minendistrikten vielfach zur Anwendung gekommen — ist einmal der vorzüglichen Ausnutzung der verfügbaren Bodenfläche, dann aber auch der Ersparnis an Arbeitern und der Anpassungsfähigkeit an die örtlichen

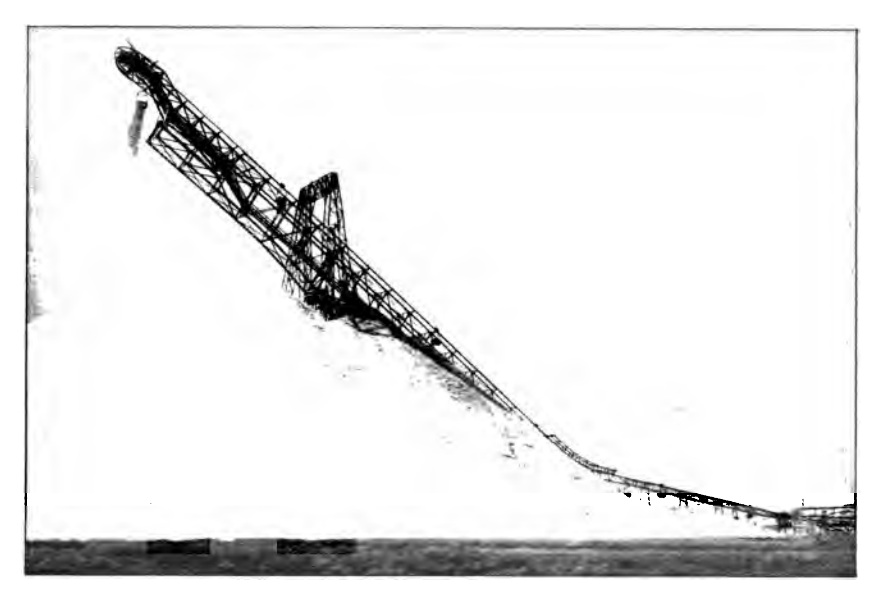


Fig. 133. Halde mit Schrägbrücke in Brackpan (Südafrika).

Verhältnisse zu danken. Die Hängebahnwagen lassen sich im Werk an beliebiger Stelle beladen und vollenden von dem Augenblicke des Einkuppelns an ihren Weg auf die Halde und zurück ohne die geringste Überwachung, einerlei ob die Halde unmittelbar am Werke liegt oder noch weitere Strecken, Flüsse, Straßen usw. mit der Seilbahn überschritten werden müssen.

Die größte Anlage dieser Art dürfte die von Adolf Bleichert & Co. im Jahre 1911 für die Brakpan-Goldmine in Südafrika gebaute Anlage sein, siehe Fig. 133, deren einzige Stütze eine Höhe von nicht weniger als 50 m hat, und die in der Stunde 180 t ausgelaugte Goldquarze auf die Halde schüttet. Die Stütze, die heute schon fast eingeschüttet ist, wurde zuerst aufgestellt, während das unterste 80 m lange und 80 t

schwere Glied der Schrägbrücke auf dem Boden zwischen der Stütze zusammengebaut wurde. Dann wurden die Querverbindungen der Stütze nacheinander wieder gelöst und die Brücke in drei Etappen

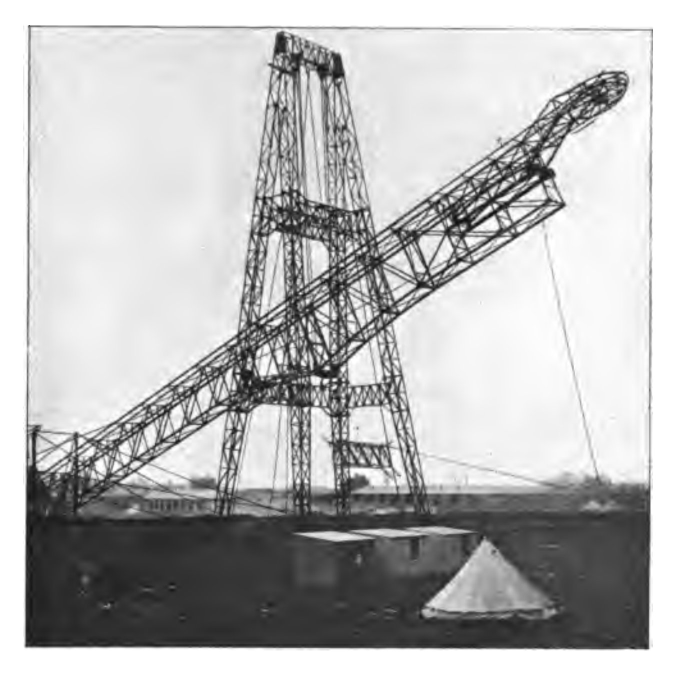


Fig. 134. Aufrichtung der Schrägbrücke in Brackpan.

nachgezogen, bis sie in die richtige Lage gekommen war und mit der Stütze vereinigt werden konnte. Fig. 134 zeigt die Brücke während der Montage. Der Kippunkt ihres untersten Gliedes befindet sich 60 m über dem Erdboden.

4. Drahtseilbahnen in Elektrizitätswerken und Gasanstalten.

Die Anlagen für den Koks- und Erztransport der Hüttenwerke finden ihr Gegenstück bei ungefähr der gleichen Fördermenge und auch sonst ähnlicher Ausbildung in den Transportvorrichtungen der Elektrizitätswerke und Gasanstalten; namentlich solche, die am Wasser liegen, brauchen für die Heranschaffung der Kohlen vom Ufer bis zur Verbrauchsstelle und dem Lager, sowie zur Lagerung der Koksmengen mehr oder weniger ausgedehnte Anlagen. Auch hier bietet die Drahtseilbahn manche Vorteile, wie z.B. die dafür besonders charakteristische Anlage des Elektrizitätswerkes Rummelsburg bei Berlin zeigt, die noch dadurch bemerkenswert ist, daß das Gelände äußerst unregelmäßige Grenzen

besitzt und durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften zerlegt wird. Nur die Schwebebahn war in der Lage, die beiden Geländeflächen organisch mit einander zu verbinden, und dank der Anpassungsfähigkeit der Drahtseilbahn hat man die Anlage in naturgemäßer Weise ohne jede Betriebserschwerung so anordnen können, daß der unmittelbar an der Spree gelegene Teil des Grundstückes für die Lagerung der Kohle und die andere Hälfte hauptsächlich für das Kessel- und Maschinenhaus und die zugehörigen Anlagen ausgenutzt wurde, wobei noch vor dem Kesselhaus ein ziemlich großer Kohlenlagerplatz frei blieb. Im Kesselhause selbst befindet sich unter dem Dach, in Eisenkonstruktion ausgeführt, ein durchlaufender Kohlenbunker von 1500 Tonnen Inhalt, in dessen Boden für jeden Kessel zwei Auslaufschurren mit Schieberverschluß angebracht sind, durch die die Kohlen selbsttätig in die Trichter der mechanischen Feuerung rutschen.

Bei der Durchbildung der Förderanlage ging man von der Forderung aus, daß bei einer stündlichen Leistung von 50 Tonnen folgende Transporte möglich sein sollten:

1. vom Schiff in den Kesselhausbunker,
2. vom Schiff auf einen der drei Lagerplätze,
3. von einem der Lagerplätze nach dem Kesselhaus bzw. im Fall eines Kohlenbrandes auch auf einen anderen Lagerplatz,
4. vom Eisenbahnwagen des nur als Reserve des Wassertransportes in Frage kommenden Eisenbahnanschlusses in das Kesselhaus oder auf eines der Lager,

ferner sollte der Transport vom Kahn auf einen der beiden an der Spree gelegenen Lagerplätze und die Überladung von dem dritten Lager in das Kesselhaus gleichzeitig möglich sein. Diese letzte Bedingung führte dazu, die Seilbahn in zwei Strecken zu zerlegen, wofür außerdem noch der Umstand maßgebend war, daß man bei kürzeren Transporten nicht die ganze Bahn in Betrieb halten wollte, was unnötigen Energieverbrauch und Verschleiß ergeben hätte.



Fig. 135. Schrägbahnkran und Beladestation in Rummelsburg.

Zur Entnahme der Kohle aus dem Kahn dient ein Kran mit schräg ansteigender Laufbahn und feststehender Winde (Fig. 135), der mit einem Selbstgreifer Bleichertscher Bauart von 2 cbm Fassungs-

vermögen arbeitet. Er wirft die Kohlen in einen Füllrumpf, aus dem sie in regelmäßiger Folge in Hängebahnwagen abgezogen werden. Die Wagen werden beim Weiterstoßen über eine selbsttätig registrierende Wage geleitet und dann in der neben dem Kran angeordneten Uferstation der Hängebahn mit Drahtseilbetrieb an das Zugseil angekuppelt; sie zweigen auf der Strecke selbsttätig auf die in Fig. 136 dargestellte, über das Lager in der Längsrichtung verschiebbare Absturzbrücke ab, auf der sie durch Anstoßen des Entleerungsriegels an einen verstellbaren Anschlag auskippen, werden auf der am Ende des Lagerplatzes befindlichen Antriebsstation der Bahn von Hand auf die Leerseite übergeleitet und kehren so schließlich zur Uferstation zurück.

Soll die Kohle weiter auf den Lagerplatz am Kesselhaus oder direkt in dessen Bunker gefördert werden, so laufen die Wagen in der Winkel-



Fig. 136. Absturz- und Beladebrücke in Rummelsburg.

und Antriebsstation auf die zweite Seilbahnstrecke über, die gemeinsam mit der ersten durch einen 15 pferdigen Elektromotor angetrieben wird; vermittels ausrückbarer Kupplungen kann aber jede Bahn für sich allein betrieben werden. Von der zweiten Strecke gehen die Wagen nach Einstellung der Ablenkungsweichen der Verladebrücke des dritten Lagerplatzes auf diese über und kippen dort selbsttätig aus, oder sie gehen am Lager bis zur Umkehrscheibe entlang und kommen nach zweimaliger Ablenkung um je 90° ins Kesselhaus, wo die Entleerung ebenfalls durch verstellbare Anschläge selbsttätig während der Fahrt erfolgt (Fig. 137). Um die groben Stücke zurückzubehalten, die für die automatische Beschickungsvorrichtung der Kessel ungeeignet sind, hat man die Bunker durch einen Rost aus Flachstäben abgedeckt, auf dem die betreffenden Stücke liegen bleiben und dann von dem die Aufsicht führenden Manne zerschlagen werden.

Die Rückverladung vom Lager in die Seilbahn und von da ins Kesselhaus oder auf einen anderen Lagerplatz geschieht durch Drehkrane mit Selbstgreifern, die oben auf den Brücken entlangfahren und so jeden Punkt des Platzes bequem erreichen können, oder neuerdings auf anderen Werken durch Elektrogreiferwagen. Sie werfen die aufgenommene Kohle in Füllrümpfe, die in der Mitte der Brücke angebracht sind, und aus denen sie wieder den Seilbahnwagen über Entladeschurren zufließt.

Die Beförderung der Kohle vom Eisenbahnwagen aus nach den Bunkern geschieht in der Weise, daß sie vom Wagen in eine Kohlengrube des dritten Lagerplatzes geschaufelt wird, aus der sie der Greifer des



Fig. 137. Selbsttätige Entladung in die Kesselhausbunker in Rummelsburg.

Drehkranes entnimmt und in die Seilbahnwagen vermittels des mittleren Füllrumpfes der Verladebrücke übergibt.

Nach einer Aufstellung der Betriebsleitung des Werkes belaufen sich die Förderkosten, die Arbeitslöhne und Gehälter, die elektrische Energie, Schmiermaterial und Reparaturkosten umfassen, auf 25,7 Pfg. für die Tonne bei Förderung der Kohle vom Kahn auf das Lager oder ins Kesselhaus und auf 20,2 Pfg. für die Tonne bei Förderung vom Lager ins Kesselhaus. Dabei sind in dem betreffenden Jahre mit dem Greifer der Uferstation 61 000 t aufgenommen worden, wovon 17 150 t direkt in die Bunker des Kesselhauses gingen; vom Lager nach dem Kesselhause wurden 26 600 t geschafft.

Noch umfangreicher sind die Drahtseilbahnanlagen in den Gaswerken Mariendorf und Tegel. In dem ersten wird nur die Kohle, in dem zweiten auch der Koks mit Drahtseilbahnen befördert, und zwar beträgt die

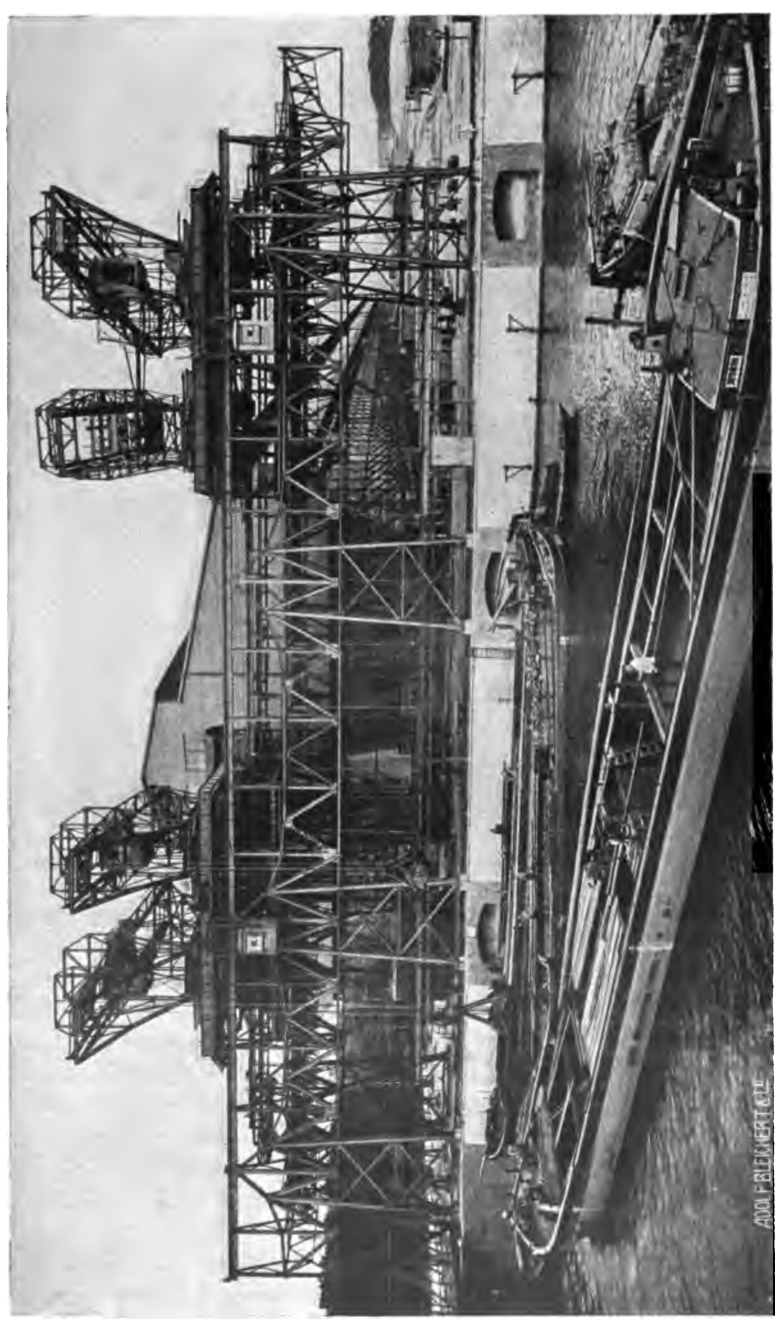


Fig. 138. Schiffsentladestation in Tegel.

stündliche Leistung z. Z. 200 t, die später bei vollem Ausbau der Werke je auf 600 t erhöht werden soll. Die Tegeler Anlage, deren gesamte Gleislänge dann 40 km betragen wird — bis jetzt sind 18 km ausgeführt —, ist wohl, soweit Transporte innerhalb von Werken in Frage kommen, als die größte Förderanlage der Welt anzusehen. Sie möge deshalb ausführlicher beschrieben werden.

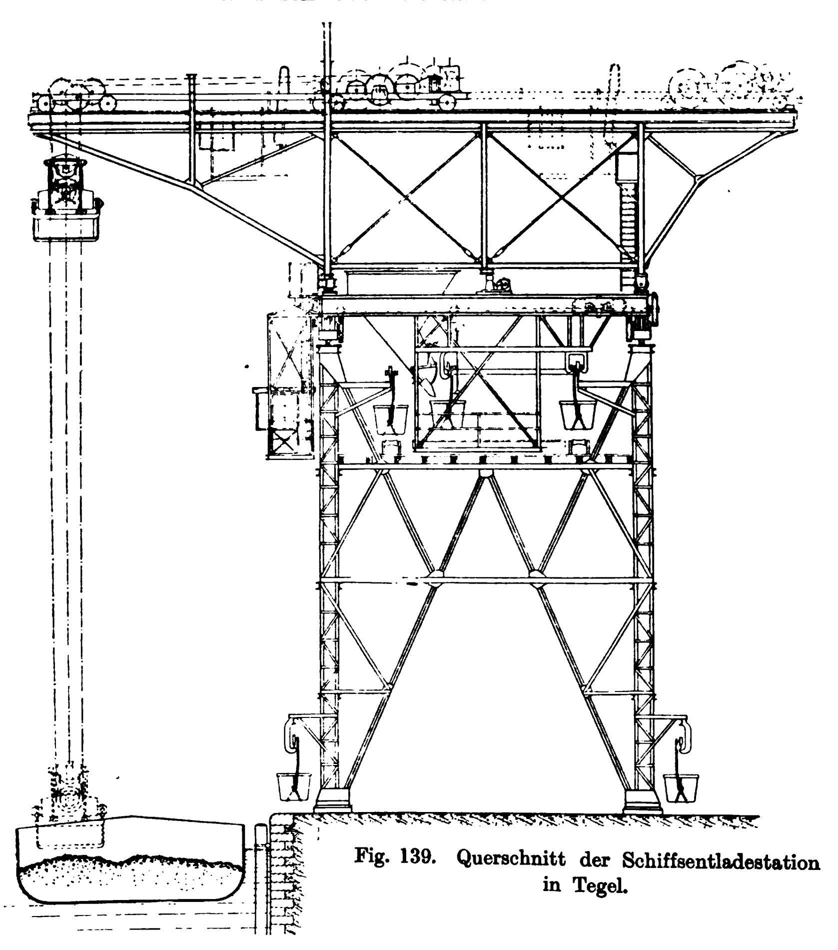


Fig. 139. Querschnitt der Schiffsentladestation in Tegel.

Der größte Teil der Kohlen und sonstigen Massengüter, wie Schamotte, Reinigermasse usw. kommt auf dem Wasserwege an das Werk heran. Der mit dem Tegeler See in Verbindung stehende Hafen gestattet das gleichzeitige Entladen zweier Kohlenkähne von je 600 t Ladefähigkeit, eines dritten Fahrzeuges mit anderen Gütern und noch das Beladen eines vierten Kahnes mit Koks. Die zur Kohlenentladung dienenden Krane mit durchlaufender Laufkatze und Greiferbetrieb sind



Fig. 140. Blick in den Kohlenlagerschuppen Tegel.

zu je zweien auf einem Untergestell montiert, das auf einem Hochgerüst am Ufer verfahren werden kann (Fig. 138), außerdem ist jeder Kran für sich um einen bestimmten Winkel schwenkbar, so daß das ganze Untergestell nur dann verfahren zu werden braucht, wenn der betreffende Teil des Kahnes gänzlich entleert ist. Der Greifer schüttet die aufgenommene Kohle in einen Füllrumpf, der hinten in das Untergestell eingebaut ist (siehe die Schnittfigur 139) und woraus sie in die Wagen der zum Kohlenspeicher gehenden Drahtseilbahn abgezogen wird. Die Wagen werden von dem mit dem Kranuntergestell fest verbundenen Füllgleis vermittels federnder Weichenzungen auf das Hauptgleis der Seilbahn von Hand übergeschoben, kuppeln sich dort selbsttätig mit dem Zugseil und wandern nun nach dem Hauptstrang, der den Kohlen-

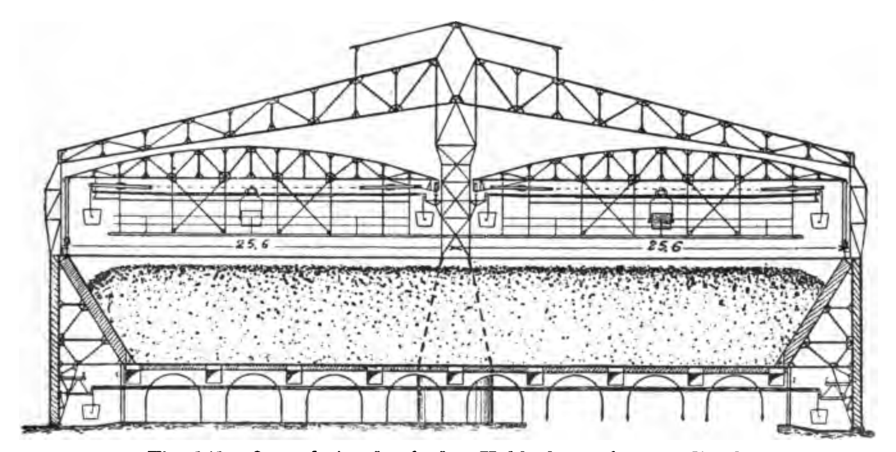


Fig. 141. Querschnitt durch den Kohlenlagerschuppen Tegel.

schuppen von 574 m Länge und 52 m Breite in der Mitte durchzieht (vgl. den Lageplan Fig. 142).

Eine Innenansicht der einen Seite des Schuppens, die auch die Einteilung in verschiedenen Querabteilungen gut veranschaulicht, gibt Fig. 140 wieder. Die Verteilung der Kohlen im Speicher geschieht vermittels vier durch den ganzen Schuppen in der Längsrichtung verfahrbarer Absturzbrücken, über die das Zugseil der Bahn die Wagen ablenkt (Fig. 141), und zwar verschieben sich die Brücken nach der Entleerung eines jeden Wagens selbsttätig um ein geringes Stück, so daß die frisch hereinkommende Kohle über der alten in dünner Schicht ausgebreitet wird und Zeit hat, völlig zu trocknen. Dadurch werden Selbstentzündung und die sonst bei der Vergasung infolge feuchter Kohle stattfindenden Verluste und Gasverschlechterungen mit Sicherheit vermieden. Als Reserve für alle Fälle befindet sich am Hafen zur ebenen Erde noch eine handbetriebene Hängebahnanlage, deren Wagen durch

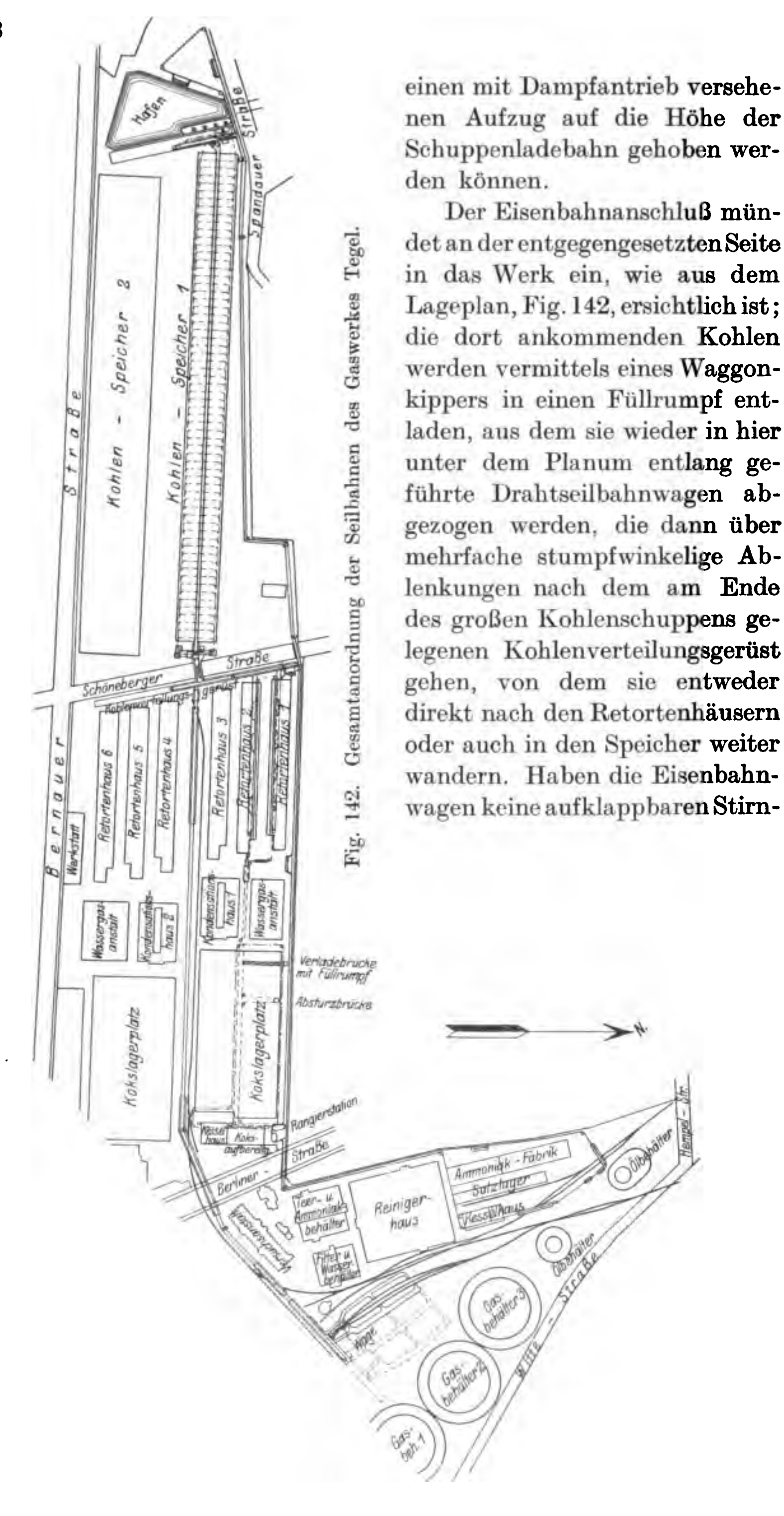


Fig. 142. Gesamtanordnung der Seilbahnen des Gaswerkes Tegel.

einen mit Dampfantrieb versehenen Aufzug auf die Höhe der Schuppenladebahn gehoben werden können.

Der Eisenbahnanschluß mündet an der entgegengesetzten Seite in das Werk ein, wie aus dem Lageplan, Fig. 142, ersichtlich ist; die dort ankommenden Kohlen werden vermittels eines Waggonkippers in einen Füllrumpf entladen, aus dem sie wieder in hier unter dem Planum entlang geführte Drahtseilbahnwagen abgezogen werden, die dann über mehrfache stumpfwinkelige Ablenkungen nach dem am Ende des großen Kohlenschuppens gelegenen Kohlenverteilungsgerüst gehen, von dem sie entweder direkt nach den Retortenhäusern oder auch in den Speicher weiter wandern. Haben die Eisenbahnwagen keine aufklappbaren Stirn-

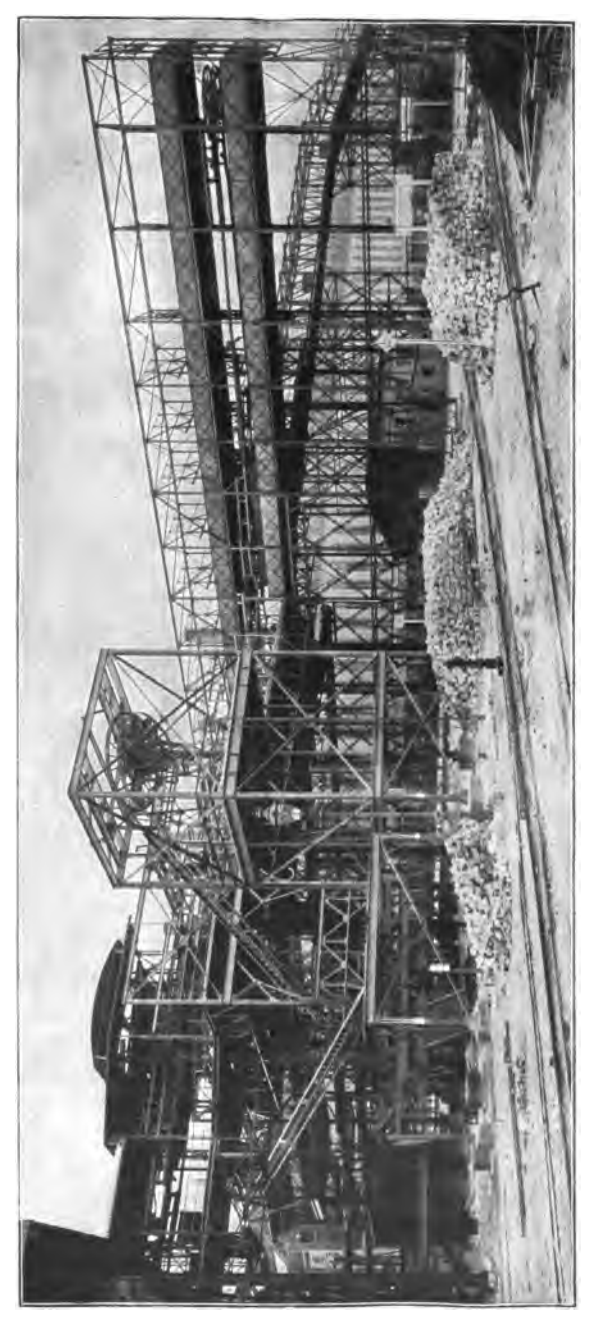


Fig. 143. Zickzackstrecke und Verteilungsgerüst in Tegel.

wände, so daß sie für den Waggonkipper nicht geeignet sind, so werden sie auf ein Entladegeleis geschoben und dort von Hand in die danebenstehenden Seilbahnwagen entleert.

Aus den Lagerkammern des Speichers werden die Kohlen unten entnommen. Es sind 50 solcher Kammern vorhanden mit je 20 in zwei Reihen angeordneten Entleerungsöffnungen im Boden, so daß 1000 Füllrumpfverschlüsse gewöhnlicher Bauart nötig gewesen wären. Um die Beschaffungskosten zu verringern, hat man deshalb in jedem Ent-

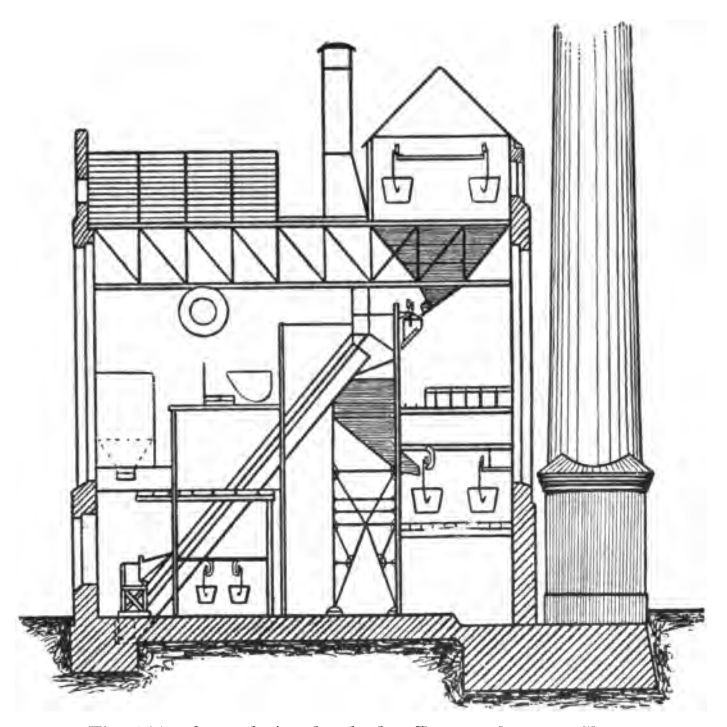


Fig. 144. Querschnitt durch das Retortenhaus in Tegel.

leerungsgang nur einen fahrbaren Abziehtrichter angeordnet, der vor die mit Roststäben abgeschlossene Öffnung gefahren, daran verschraubt wird und dann nach Wegnahme der Stäbe betriebsfertig ist. Dieser in patentierter Konstruktion ausgeführte Verschluß gestattet, wie durch Versuche an Ort und Stelle nachgewiesen wurde, stündlich bis zu 120 t Förderkohle abzuziehen. Die mit Kohle gefüllten Seilbahnwagen werden von Hand bis an den das Gebäude seitlich durchlaufenden Strang geschoben, kuppeln sich dort mit dem Zugseil und werden am Ende des Kohlenschuppens vermittels einer im Zickzack ansteigenden Seilbahnstrecke auf das Verteilungsgerüst gebracht (Fig. 143), auf das auch die

vom Hafen und vom Eisenbahnanschluß kommenden beiden Seilbahnen ausmünden.

In dieser Rangierstation wird die von den drei genannten Stellen herangeschaffte Kohle über die ein Stockwerk tiefer aufgestellten Kohlenbrecher gleichmäßig verteilt, und man hat es hier in der Hand, jede beliebige der drei Zubringebahnen je nach Bedarf mehr oder weniger mit Wagen zu besetzen. Als Reserve für die Schrägstrecken im Fall der Auswechslung eines Zugseiles oder dgl. befindet sich hier noch ein Vertikalaufzug. Aus den Brechern gelangt die Kohle wieder in Drahtseilbahnwagen, die nun über die langgestreckten Bunker der Retortenhäuser hinweggeführt werden, wo sie sich in bekannter Weise durch Anstoßen an Anschläge entladen. Aus diesen Bunkern wird die Kohle in fahrbare Ladegefäße übernommen, die gerade die Ladung einer Schrägretorte enthalten (Fig. 144).



Fig. 145. Löschwagen im Retortenhaus Tegel.

Der aus den Retorten abgezogene Koks fällt im alten Retortenhaus in eine Brouwersche Schlepprinne, in der er abgelöscht und zu mehreren über das Gebäude verteilten Elevatoren geschafft wird, die ihn in höher gelegene Füllrümpfe abgeben, aus denen er wieder in die Wagen einer Seilbahn gelangt, die senkrecht unter der Kohlenzubringebahn durch das Gebäude geht und in Fig. 142 punktiert angegeben ist. Im neuen Retortenhause wird der Koks durch einen Löschwagen aufgenommen (vgl. Fig. 145), in einem heb- und senkbaren Wassergefäß abgelöscht und dann an eine große Anzahl seitlich angeordneter Füllrümpfe abgegeben, aus denen er in die Wagen einer Drahtseilbahn abgezogen wird. Bei diesem Verfahren bleibt der Koks während der Transporte im allgemeinen in Ruhe, es wird somit ein wertvolleres Produkt erzielt, ohne daß große Grusverluste auftreten. Die beiden Koksbahnen führen aus den Retortenhäusern zum Kokslagerplatz (Fig. 146), der von einer im Hintergrunde des Bildes sichtbaren niedrigen Verschiebebrücke überspannt ist, auf die die Wagen am Zugseil übergehen, falls sie nicht unmittelbar nach der Koksaufbereitungsanstalt wandern und ihre Ladung dort abgeben.

Zur Wiederaufnahme des Koks dient die zweite, in Fig. 146 im Vordergrunde erscheinende, auf der Eisenkonstruktion der Zubringebahn

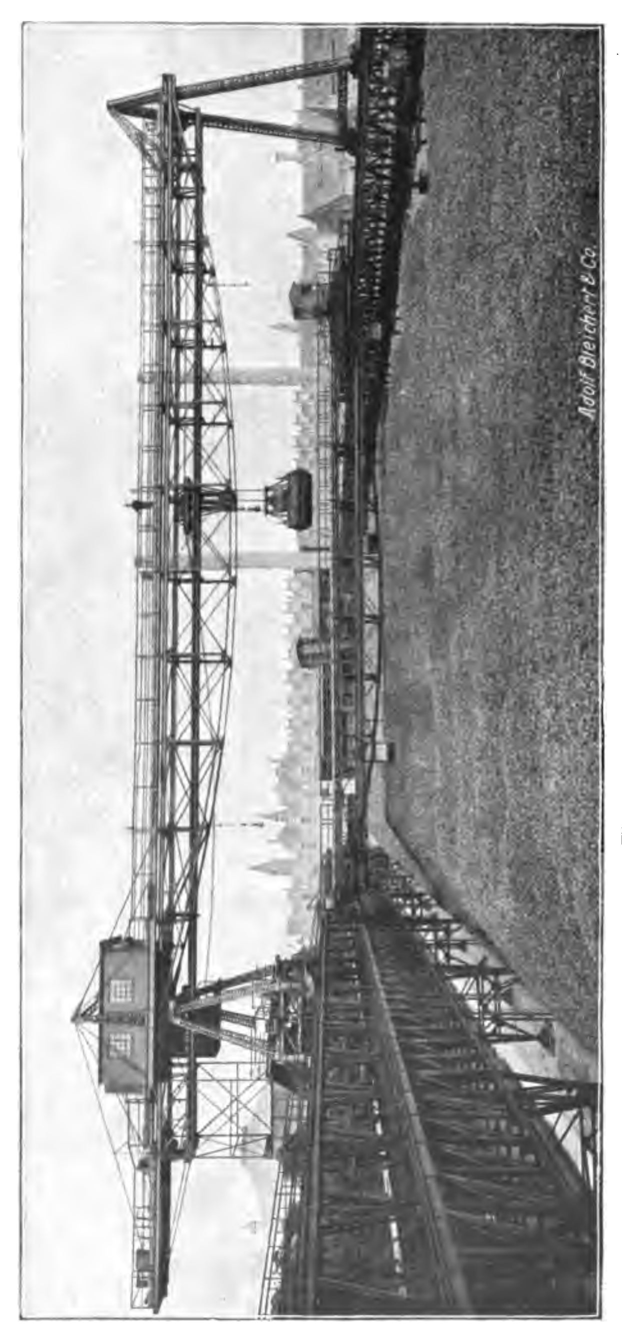


Fig. 146. Kokslagerplatz in Tegel.

laufende Brücke mit Pendelstütze an dem einen Ende, auf der eine Laufkatze für einen Selbstgreifer von $3^1/_2$ cbm Inhalt verkehrt. Der Greifer fördert in einen in die Hauptstütze eingebauten Füllrumpf, aus dem der Koks in eine zweite, den ganzen Platz umspannende Seilbahn abgezogen wird, die in Fig. 142 strichpunktiert gezeichnet ist und die ihn dann zur Aufbereitungsanlage schafft. Hinter der Aufbereitungsanlage befindet sich wieder eine Hauptrangierstation der Drahtseilbahn für die Koksförderung, an die sich außer den bisher beschriebenen Koksbahnen noch die am Rande des Grundstückes verlaufende, nach dem Hafen führende Bahn anschließt, die dort eine Entladestelle auf der Wasserseite gegenüber der Kohlenaufnahmestelle und auf der anderen Seite an der Spandauer Straße besitzt; außerdem zweigt davon eine nach der anderen Richtung verlaufende Strecke ab, die an der Beladestelle für Landfuhrwerk in der Berliner Straße vorüber, durch das Kesselhaus über die Bunker für die Kesselfeuerung hinweg bis zur Koksladestelle des Eisenbahnanschlusses geht.



Fig. 147. Kohlenlager im Elektrizitätswerk Mariendorf.

Zur Abführung der Asche und Schlacke aus den mit Koks geheizten Generatoröfen ist im Retortenhause noch eine weitere Hängebahn zur ebenen Erde vorgesehen, die wegen ihrer geringen Leistung von Hand betrieben wird und bis zu dem Kohlenverteilungsgerüst geht, von wo aus die Weiterbeförderung in die nach dem Hafen zurückkehrenden Wagen erfolgen kann.

Die Kohlentransportbahn des Gaswerkes Mariendorf entspricht im Prinzip der Tegeler. Es sind dort am Ufer zwei ähnliche Greiferkrane mit Laufkatzenbetrieb auf einer verschiebbaren Unterkonstruktion aufgestellt, die auf dem festen Erdboden steht, da für die Steigung der Drahtseilbahn auf die Höhe des Lagers eine hinreichende Längenentwicklung möglich war. Die über den freien Kohlenlagerplatz gehende Seilbahn ist an Parabelträgerbrücken aufgehängt. Die Wiederaufnahme der Kohle erfolgt wie bei dem Rummelsburger Elektrizitätswerk durch Drehkrane, die auf der Obergurtung der fahrbaren Verteilungsbrücke hin- und herlaufen (Fig. 147).

Kennzeichnend für die im vorstehenden beschriebenen Anlagen ist die Verwendung normaler Seilbahnwagen, so daß der Aufwärtstransport entweder durch besondere Hilfsmittel — Krane mit Selbstgreifern usw. — bewirkt wird oder durch Auffahren der Wagen über mehr oder weniger lange Schrägstrecken. Eine in manchen Fällen bequemere Lösung der Aufgabe gestattet die Elektrohängebahn, die z. B. im Gaswerk der Stadt Stuttgart (Fig. 148) ausgedehnte Anwendung erfahren hat.

Die Eisenbahnwagen, welche die Kohle heranbringen, fahren hier entweder auf den Waggonkipper, von dem aus die Kohle vermittels eines Schrägaufzuges in die Brecher der Kohlenaufbereitungsanlage gehoben wird, oder unter den Strang *L* der Elektrohängebahn, von dem Kippkübel *a* in die Wagen zur Beladung von Hand heruntergelassen werden, die ihren Inhalt sofort in die Kohlenbrecher abgeben können oder über die Stränge *M* bzw. *N* und die daran anschließenden verfahrbaren Brücken *O* und *P* auf das Lager des Kohlenschuppens schaffen. Nach der Entladung, die durch verschiebbare Schalter an beliebiger Stelle vollkommen selbsttätig geschieht, kehren die Wagen auf demselben Wege zur Beladestelle zurück. Es liegt also ein sogenannter Pendelbetrieb mit nur einem Wagen für jeden Kohlenschuppen vor. Entsprechend vollzieht sich die Wiederaufnahme vom Lager und der Transport zu den Kohlebrechern. Die gebrochene Kohle wird aus den Schurren unter den Brechern in herabgelassene Wagenkasten abgezogen, die ebenfalls wieder von Elektrowindenwagen hochgehoben und über die Gleise *O*, *R*, *S*, *T*, *U*, *V* in die Kohlenbunker oberhalb der Retorten entleert werden, ohne daß Bedienungsmannschaften dabei nötig sind.

Der aus den Schrägretorten entfallende Koks gelangt wieder sogleich in Elektrowindenwagen, wird darin gelöscht und dann auf den Strängen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* durch die Koksaufbereitungsanlage geleitet und schließlich von der verfahrbaren Brücke *F* auf das Kokslager herabgesenkt. Die leeren Wagen kehren dann über das Gleis *G* wieder ins Retortenhaus zurück. *H* und *J* sind die Hängebahngleise längs des

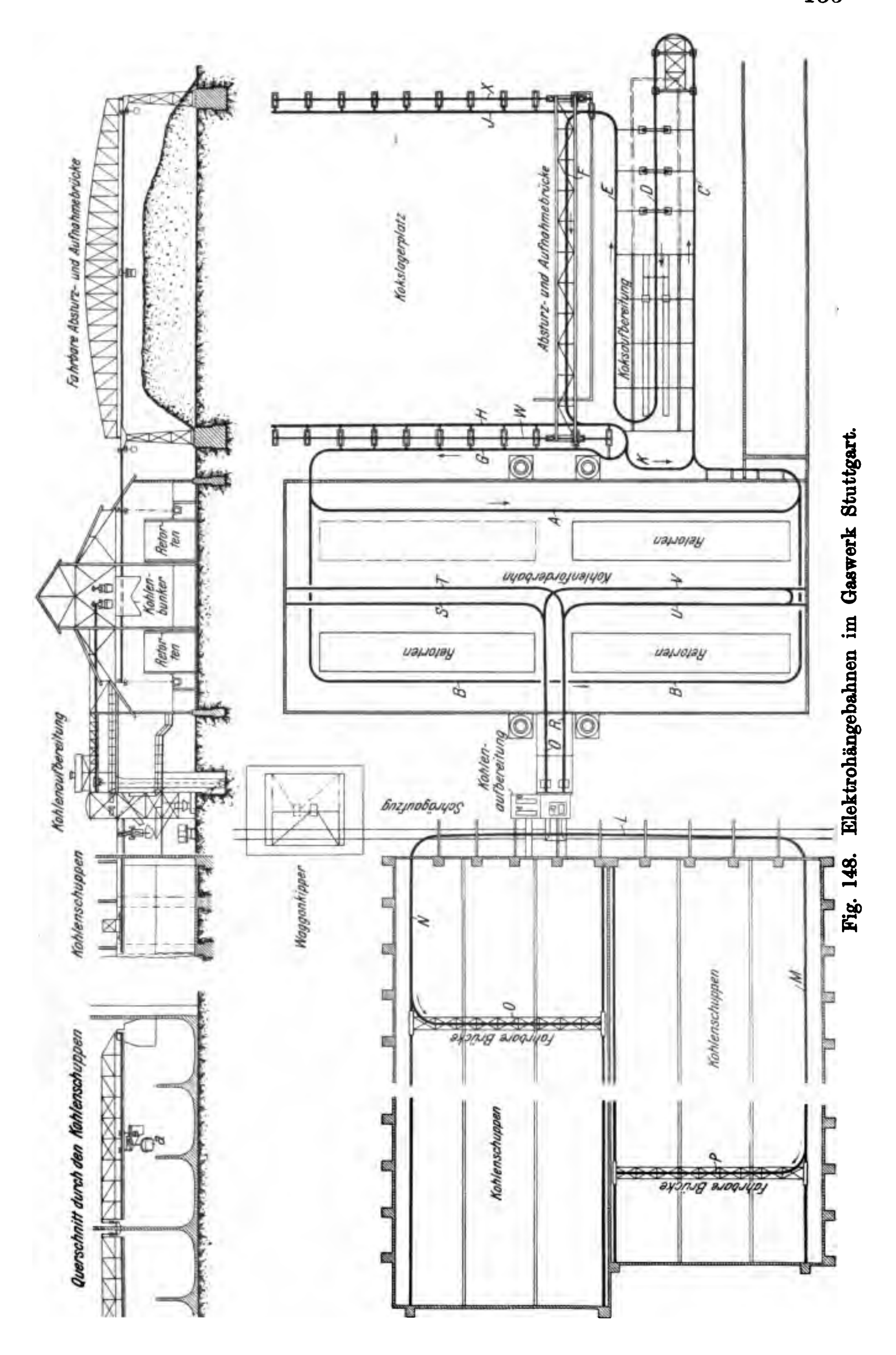


Fig. 148. Elektrohängebahnen im Gaswerk Stuttgart.

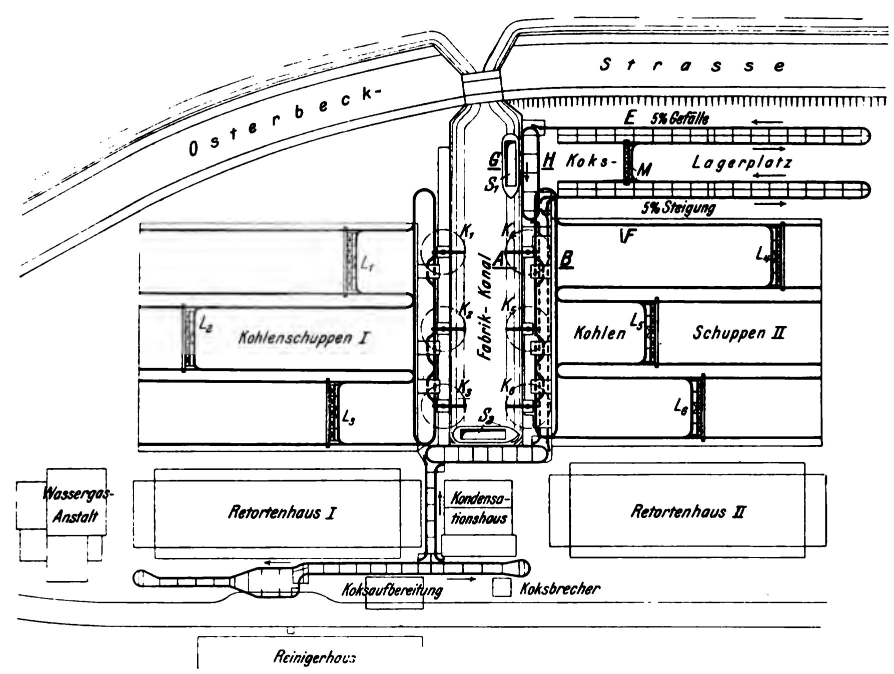


Fig. 149. Lageplan der Elektrohängebahnen im Gaswerk Hamburg-Billwärder.

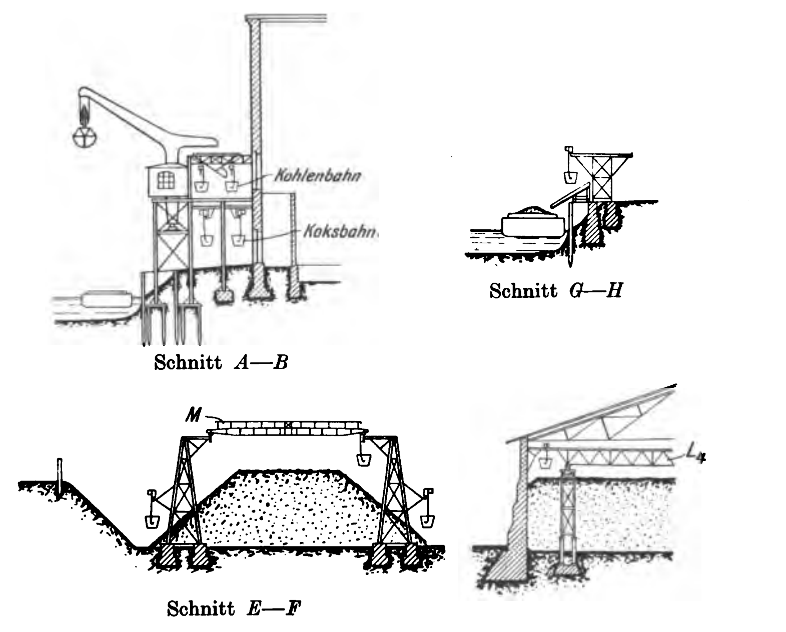


Fig. 150. Querschnitte der Anlage Hamburg-Billwärder.

Kokslagers, an die sich die Brücke *F* anschließt. *W* und *X* die Fahrbahnen dieser Absturz- und Aufnahmebrücke.

Man erkennt, die Elektrohängebahn hat den Vorteil, daß man bei nicht zu großen Förderleistungen und kurzen Wegen häufig mit eingleisigen Strängen auskommen kann und daß das Abgeben und Aufnehmen des Fördergutes durch dieselben Windenwagen erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil ist der, daß die Elektrohängebahn sich den engsten



Fig. 151. Fahrbare Koksseparation und Schleifenbahn in Hamburg-Billwärder.

Räumlichkeiten noch gut einfügt, die anderen Transportmitteln nicht mehr genügend Raum bieten würden.

Deutlich zeigt dies z. B. die Kohlen- und Kokstransportanlage des Gaswerkes Billwärder in Hamburg, dessen Lageplan nach der allerdings nicht ganz so zur Ausführung gelangten Entwurfszeichnung in Fig. 149 gegeben ist, während Fig. 150 einige Einzelheiten des Entwurfes im Aufriß darstellt. Die ankommende Kohle wird von den Drehkranen K_1 bis K_6 vermittels Selbstgreifer aus den Kähnen entnommen und in rückwärts belegene Füllrümpfe ausgeschüttet, aus welchen sie in Elektrohängebahnwagen abgezogen wird, die sie durch die Kohlenschuppen I

und II fahren und dort von den Brücken L_1 bis L_6 auf das Lager abgeben. Gegenüber dieser Normalausführung bietet die Kokstransportanlage in mancher Hinsicht besonderes Interesse: Der aus den Retorten kommende Koks wird durch zwei Transportrinnen in Hochbehälter von je 16 cbm Fassungsraum gehoben. Von hier wird er entweder in die fahrbare Koksseparation ausgeschüttet oder in Elektrohängebahnwagen der in Fig. 149 allein dargestellten Schleifenbahn, die ihn zum Lager schaffen. Über der letzteren, schon 11 m hoch gelegenen Bahn befindet sich in 16,5 m Schienenhöhe noch eine Elektrohängebahn mit Pendelbetrieb, deren Wagenkasten von 2,5 cbm Inhalt herabgesenkt

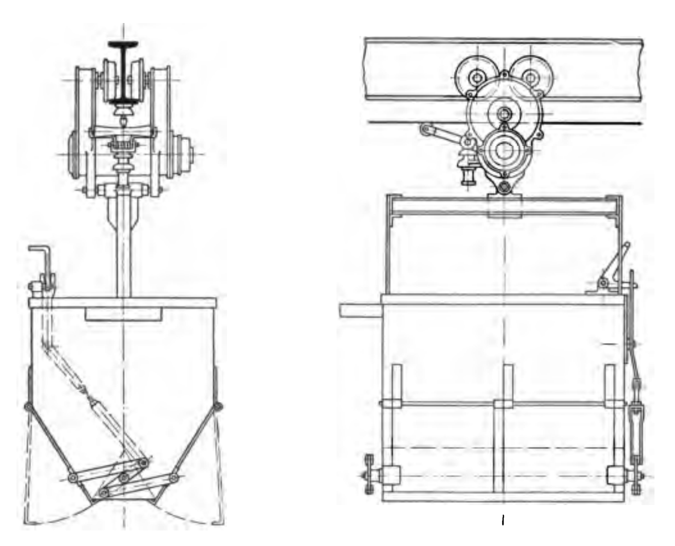


Fig. 152. Elektrohängebahnwagen mit Bodenklappen.

und aus den Bunkern der Separation beladen wird, wie das Fig. 151 veranschaulicht. Der Wagen gibt den Koks dann in große, aus Eisenbeton hergestellte Bunker von insgesamt 750 cbm Fassungsraum ab, von denen aus die Verladung in Eisenbahnwagen und Straßenfuhrwerke, sowie auch in die Wagen der auf das Lager führenden Schleifenbahn erfolgt. Wie die Beschickung und Entnahme vom Lager gedacht ist und die Beladung der in dem Fabrikkanal anlegenden Kähne, geht aus den Fig. 149 und 150 klar hervor. Zur Schonung des geförderten Materials werden die Wagenkasten nicht gekippt, sondern auf das Lager gesenkt und dann durch Öffnen der Bodenklappen entleert. Einen solchen Wagen mit Bodenklappen, allerdings ohne Windwerk, stellt z. B. Fig. 152 dar.

5. Drahtseilbahnen zur Beladung und Entladung von Schiffen.

Die Beladung von Schiffen durch Drahtseilbahnen wird häufig in ähnlicher Weise durchgeführt, wie es im vorstehenden für Eisenbahnwagen schon verschiedentlich beschrieben worden ist. Hier hat sich die Drahtseilbahn ein neues außerordentlich dankbares Anwendungsfeld erworben, denn sie macht den Bau großer Hafenbecken oder Landungsbrücken überflüssig. Wenn auch solche Anlagen naturgemäß in Hafenstädten zur Verfügung stehen, würde sich ihr Bau für ein einzelnes Unternehmen, das beispielsweise Erz vom nächsten besten Küstenpunkt aus



Fig. 153. Elektrohängebahn zur Schiffsentladung.

verfrachten will, bei nicht besonders günstigen Naturverhältnissen verbietend teuer stellen.

In solchen Fällen kann man mit der Drahtseilbahn weit von der Küste ab bis in das tiefe Wasser gehen, wo Schiffe ungefährdet anlegen können, oder auf leichten Stützen bei Flüssen und Kanälen am Ufer entlang einen Verladestrang führen, von dem aus die Wagen automatisch in Rümpfe kippen. Man kann aber auch die Wagen von Hand weiter bewegen und an geeigneter Stelle durch Auskippen über eine Schurre in die Schiffe entleeren, wobei die Schurre je nach dem Fortschreiten der Beladung verschoben oder verstellt wird. Dabei lassen sich ganz beträchtliche Leistungen erzielen, weil sich die Seilbahnwagen hinreichend schnell und dicht folgen können, so daß die Beladung nicht zu lange Zeit in Anspruch nimmt; die Liegekosten der Schiffe lassen sich so außerordentlich vermindern. An die Stelle der reinen Drahtseilbahn kann hierbei auch die Elektrohängebahn treten.

Sie ist namentlich vorteilhaft für die Entladung der Schiffe und zwar in Form der Elektrowinden- oder Elektrogreiferbahn. An dem Wagengehänge ist dann eine elektrisch betriebene Winde oder ein Greifer angebracht, die mit Hilfe einer Fernsteuerung den Wagenkasten an

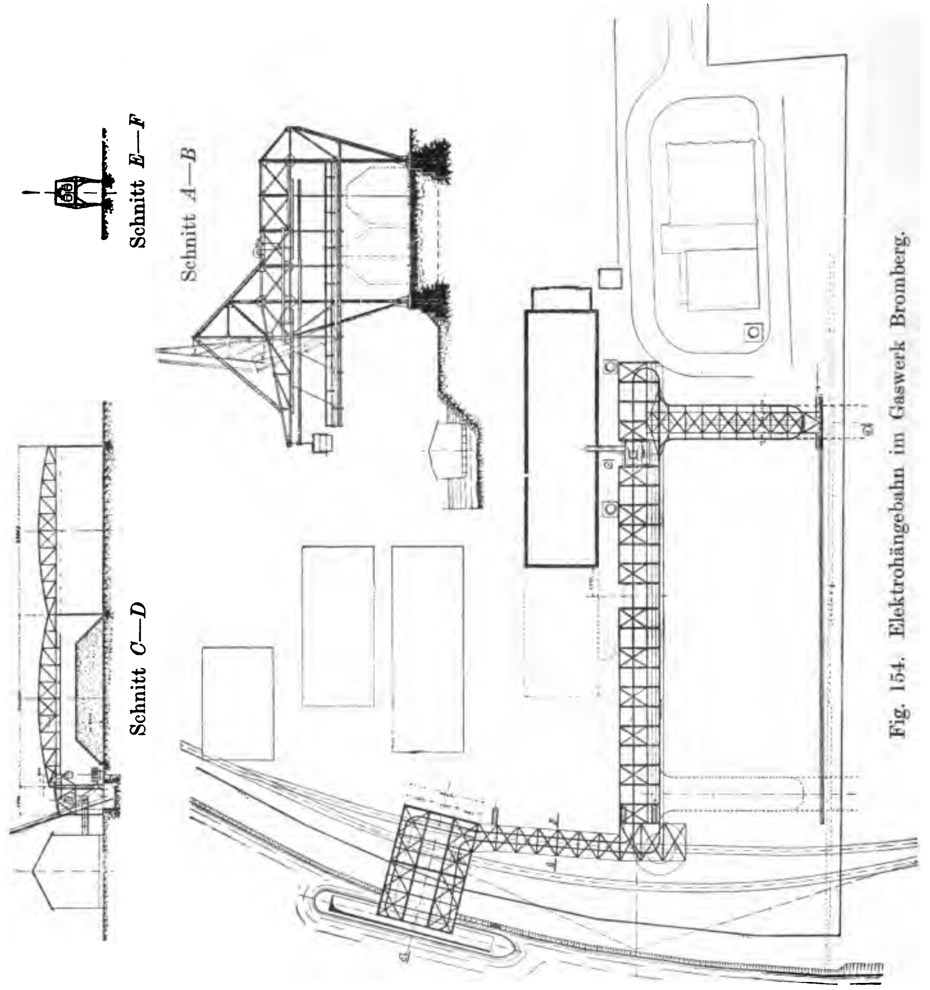


Fig. 154. Elektrohängebahn im Gaswerk Bromberg.

beliebiger Stelle zu heben und zu senken gestatten. Eine solche Entladeanlage, die weit austragend eine Uferstraße überbrückt, zeigt z. B. die Fig. 153 in der Ansicht, während Fig. 154 die Gesamtanordnung mit einigen erläuternden Schnitten wiedergibt. Da die Entladung auf das Lager oder in den Rumpf des Elevators nach Einstellung der Anschläge von selbst stattfindet, so ist zur Bedienung der Bahn nur ein Mann nötig, der die Steuerung des Wagens und der Winden von

seinem Standort aus betätigt, ohne daß ein Aufzug mit der dafür nötigen besonderen Bedienung gebraucht wird. In den meisten Fällen wird die Bedienung der patentierten Bleichertschen Elektrowindenbahn von den Ladearbeitern in den Schiffen selbst ausgeführt, die den transportablen Schaltapparat mit an ihren Arbeitsplatz nehmen. Erweitert ist diese Konstruktion neuerdings dadurch, daß an Stelle des Förderkastens ein Greifer tritt, wobei die Art der Steuerung keine Änderung erfährt.

Die Fig. 155 gibt ein Bild einer derartigen Greiferanlage wieder, die zur Entladung von Kohle, Kalkstein und Zuckerrüben benutzt wird.



Fig. 155. Elektrogreiferanlage in Malchin.

Laufwerk und Windwerk sind in der der Bleichertschen Konstruktion eigentümlichen Form ausgeführt. Die Steuerung erfolgt nur elektrisch, im vorliegenden Fall von einem festen Punkt aus. Der Greifer nimmt das Fördergut aus den Schiffen auf und gibt es in einen Füllrumpf ab, aus dem es in die Wagen einer Drahtseilbahn abgezogen wird, die es zu den einzelnen Verbrauchsstellen in der Fabrik weiterschafft.

Von Interesse sind die Äußerungen der Malchiner Zuckerfabrik, für die die Transportanlage gebaut wurde, da sie kürzer als jede Erläuterung die großen Vorteile der mechanischen Verladeanlagen hervorheben. Im Jahre 1906 drückt die Firma ihre Befriedigung über die konstruktiven Einzelheiten der im Jahr zuvor erstellten Drahtseilbahn aus und hebt hervor, daß sich nach einjährigem Gebrauch bereits eine solche

Verminderung der Transportkosten zeige, daß sie hoffe, die Bahn in wenigen Jahren amortisieren zu können. 1911 teilt sie mit, daß die Drahtseilbahn inzwischen vollständig abgeschrieben ist, erklärt aber gleichzeitig, daß, wenn dadurch auch eine ganze Anzahl von Arbeitern erspart worden sei, doch noch zu viel Leute zum Überladen der Güter gebraucht würden. Daraufhin wurde die Greiferanlage gebaut, die auch diese Leute überflüssig machte, und die Fabrik schreibt 1912, daß sie durch die Greiferanlage von den Verladearbeitern völlig unabhängig geworden sei und ihre Materialien schneller und billiger entlade als vorher.



Fig. 156. Entladestation der Kohlentransportbahn in Spitzbergen.

In Fällen, wo das geförderte Material nur periodisch in die Schiffe verladen werden kann, während die Drahtseilbahn oder Elektrohängebahn dauernd fördert, legt man Füllrümpfe am Ufer an. Damit ist die Beladung des Schiffs völlig unabhängig von der augenblicklichen Förderung der Schwebebahn und bei richtiger Bemessung der Füllrümpfe in äußerst kurzer Zeit durchführbar. Eine derartige Anlage ist z. B. in Fig. 65 dargestellt.

Die Beladung und Entladung sowohl von Schiffen wie von Eisenbahnen vermittels Schwebebahnen erfordert bei größter Leistungsfähigkeit doch nur eine kurze Ufer- oder Gleisstrecke, weil die Verbindung mit dem Lagerplatz automatisch durch die Drahtseil- bzw. Elektrohängebahn erfolgt. Daher sind hierfür auch nur geringe Grunderwerbskosten nötig, ganz im Gegensatz zu Krananlagen. Denn während hier

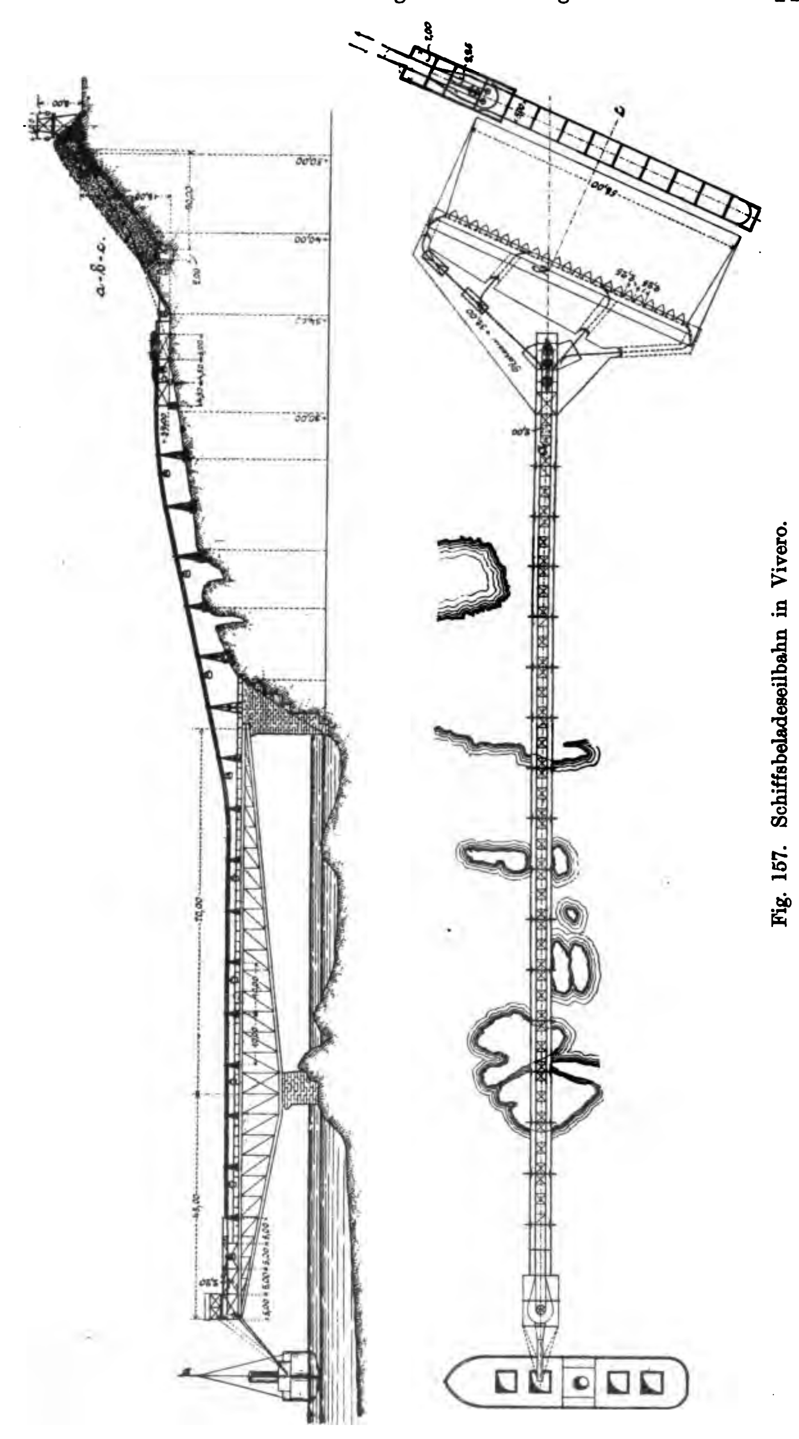


Fig. 157. Schiffsbeladeseilbahn in Vivero.

ein umfangreicher Lagerplatz unter der Kranbrücke unmittelbar am Ufer oder am Gleis vorhanden sein muß, also dort, wo die Grundfläche den höchsten Wert hat, kann sich der Lagerplatz bei Schwebebahnen weitab vom Ufer oder Gleis befinden, wobei entgegenstehende Hindernisse, wie Häuser und Straßen anstandslos überschritten werden.

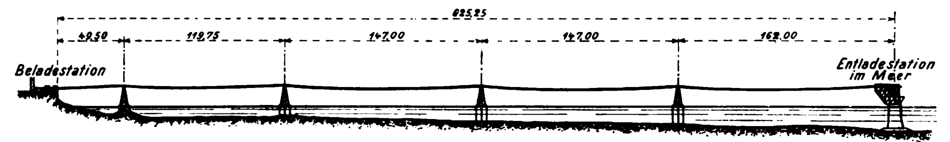


Fig. 158. Schiffsbeladeseilbahn Flamanville.

Bei der Beladung von Schiffen, die wegen seichten Wassers weitab vom Ufer Anker werfen müssen, ist die Drahtseilbahn, wie schon kurz erwähnt, überhaupt das einzig mögliche Mittel, wenn man nicht kostspielige Pieranlagen einrichten will. Ein Beispiel dafür gibt Fig. 156 nach der von Adolf Bleichert & Co. in Spitzbergen erbauten Anlage wieder.



Fig. 159. Schiffsbeladeseilbahn auf Elba.

Eine amerikanische Gesellschaft beutet die auf der noch herrenlosen Insel vorkommenden Kohlenlager aus, deren hochwertiges Material von den jene Gegend aufsuchenden Walfischfängern und Touristendampfern gern übernommen und an der ganzen Nordküste von Norwegen gehandelt wird. Die Kohle wird in einem großen Behälter bei der Grube aufgespeichert und von dort aus durch die Drahtseilbahn direkt in das Schiff gefördert, das vor der in der Bucht ziemlich weit vom Land erbauten Beladestation anlegt. Während des Winters, wo der Zugang zur

Insel für die Schiffe durch Eis gesperrt ist, ruht die Förderung im Bergwerk nicht. Jedoch kann der Silo vor dem Stollenmundloch die ganze Winterproduktion nicht fassen, daher wird die Kohle während dieser Zeit von der Seilbahn aus am Gestade automatisch auf Halde gekippt. Im Sommer wird sie dann wieder aufgenommen und durch eine leichte Schienenseilbahn zu der Schiffsbeladestation geschafft. Der Bau dieser Drahtseilbahn auf Spitzbergen, der nördlichsten Bahn der Erde, machte recht erhebliche Schwierigkeiten, da daran nur wenige Monate im Jahre gearbeitet werden konnte und z. B. die Fundamentlöcher für die Stützen sämtlich in den hart gefrorenen Erdboden eingesprengt werden mußten.

Da die Beladung von Seeschiffen wegen des hohen, solange brach liegenden Anlagekapitals schnell erfolgen muß, so wird für solche An-



Fig. 160. Schiffsbeladung auf dem Pier in Elba.

lagen eine sehr bedeutende Stundenleistung verlangt. So hat z. B. die in Fig. 157 abgebildete, zur Verfrachtung von Eisenerz dienende Anlage der Vivero Iron Ore Co. bei Bilbao eine Leistung von stündlich 250 Seilbahnwagen mit je 1 t Inhalt, so daß alle $2^1/_2$ Minuten der Inhalt eines normalen Eisenbahnwagens in die Bunker des Schiffes abgestürzt wird. Zur Beladung eines Erzdampfers von 3000 t Laderaum genügen somit 12 Stunden.

Die Hängebahnschienen, auf welchen die Wagen laufen, sind auf der Landseite an leichten Brückenträgern befestigt, deren Stützsäulen auf den vorspringenden Klippen des Ufers stehen. Den letzten Teil bildet eine Kragträgerbrücke, die etwa in der Mitte auf einer aus dem Wasser hervorragenden Klippe gelagert ist. Da die Einzellasten im Vergleich

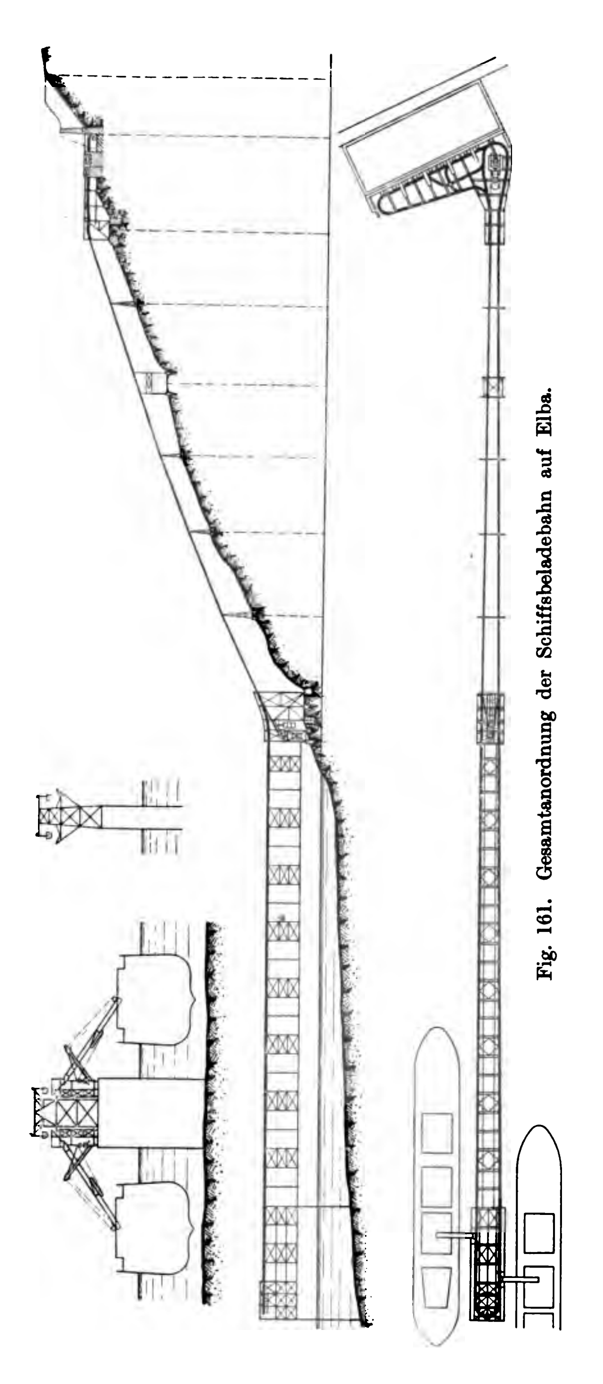


Fig. 161. Gesamtanordnung der Schiffsbeladebahn auf Elba.

zu Eisenbahnlasten noch immer sehr geringe sind, so ist auch diese Brücke leicht gehalten. Entnommen werden die Erze einer Reihe gemauerter Füllrümpfe am Ufer, denen sie kontinuierlich von der Gewinnungsstelle aus durch mehrere im Zickzack das Grubengebiet erschließende Drahtseilbahnen zugeführt werden, die eine naturgemäß geringere Förderleistung besitzen, da sie dauernd gleichmäßig arbeiten.

Zurzeit wird eine Anlage von dem Doppelten dieser Förderleistung für die Société des Mines et Carrières de Flamanville gebaut, die aus einer Doppelbahn besteht, auf der stündlich 333 Wagen mit vierrädrigen Laufwerken von je 1,5 t Kasteninhalt verkehren. Der Endpunkt der in Fig. 158 dargestellten Linie liegt hier auf einer im tiefen Wasser geschaffenen künstlichen Insel, von der aus die Beladung der Schiffe erfolgt. Hier sind auch einige Drehkrane aufgestellt, die die für den Grubenbezirk bestimmten Frachten aus den Schiffen entnehmen und an die Drahtseilbahn zur Weiterbeförderung an Land übergeben.

Eine Leistung von 200 t/St. besitzen die für die

Societa Anonima di Miniere e di Alti Forni „Elba“ bei Rio Albano und Giove Portello auf Elba errichteten beiden Verladeseilbahnen. Das im Tagebau gewonnene Erz wird hier beide Male vermittels Muldenkippern



Fig. 162. Erzlager in Thio (Neukaledonien).

nach einer großen Füllrumpfanlage geschafft, aus der die Seilbahn das Material entnimmt. Die Wagen werden zunächst gewogen und fahren dann auf steiler Strecke (Fig. 159) nach dem Ufer herunter zu dem in



Fig. 163. Blick auf die Meeresstrecke bei Thio.

das Meer hinausgebauten eisernen Verladepier, an dem Schiffe von beiden Seiten anlegen können. Dort kippen sie selbsttätig in einen auf dem Pier verschiebbaren Trichter aus, aus dem das Erz durch ein Teleskoprohr in das Schiff hinunter gleitet (Fig. 160). Der Trichter kann in

10*

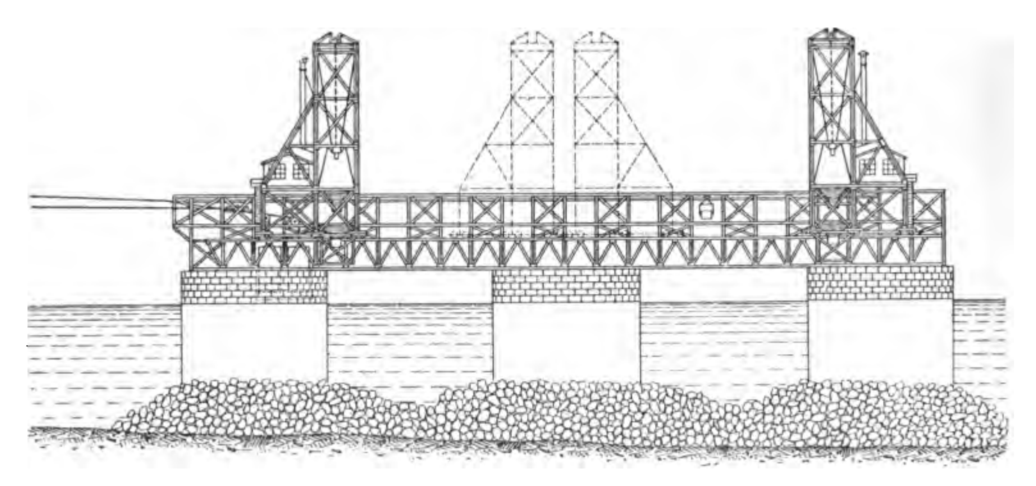


Fig. 164. Schiffsbelade-

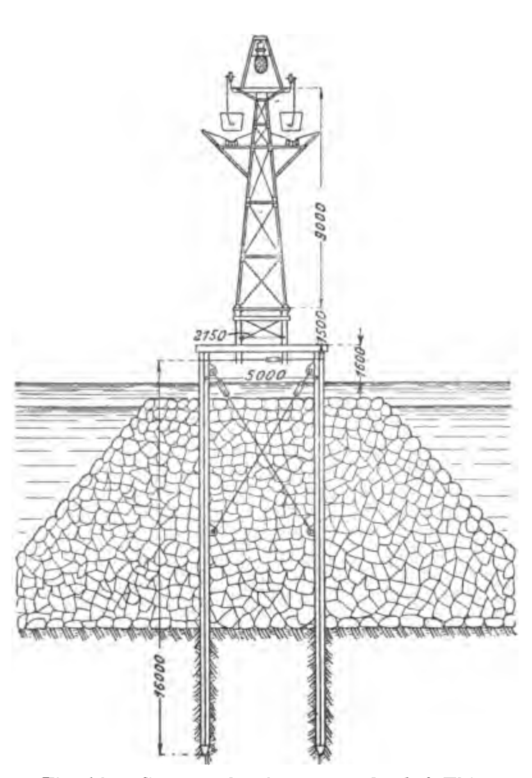
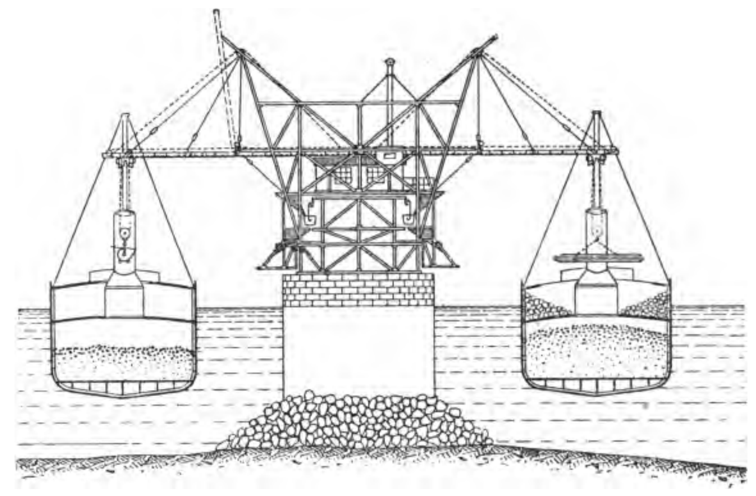


Fig. 165. Stützen der Meeresstrecke bei Thio.

kürzester Zeit vor eine andere Schiffsluke verfahren werden, ohne daß die Seilbahn dabei stillgesetzt wird. Da ein zweites Schiff schon auf der anderen Seite des Piers anlegen kann, während das erste noch beladen wird, und die Seilbahnwagen von je 1250 kg Inhalt von der vorn am Pier angeordneten Umkehrscheibe aus über einen zweiten, auf der Gegenseite verschiebbaren Trichter laufen, so kann die Verladung fast momentan auf der einen Seite abgebrochen und auf der anderen fortgesetzt werden. Die Gesamtanordnung dieser Bahn veranschaulicht in tech-



station bei Thio.

nischer Darstellung die Fig. 161, deren Nebenfiguren den doppelten Maßstab der Hauptzeichnung haben.

Die großartigste Drahtseilbahn-Verladeanlage hat sich die französische Gesellschaft „Le Nickel" bei dem Städtchen Thio auf Neu-Kaledonien erbauen lassen. Von den nesterartig zerstreuten Nickellagern führen Drahtseilbahnen zu einem Zentralpunkt am Fuße des Gebirges und hier beginnt eine Kleinbahn, die die Zentralstation mit der Küste verbindet, wo ein ausgedehnter Lagerplatz angelegt ist, der von mehreren Seilbahnen bedient wird (Fig. 162). Die Stützen bei der Absturzstelle im Hintergrunde sind zur Schonung der Konstruktion mit Blechmänteln verkleidet. Vom Lager aus führt eine Seilbahn von etwa 1 km Länge und 100 t stündlicher Leistung ins Meer hinaus (Fig. 163) bis an eine im tiefen Wasser errichtete Überladestation, deren Aufbau Fig. 164 wiedergibt, während Fig. 165 die Ausführung einer der im Meer erbauten Seilbahnstützen zeigt. Auf der Endstation befinden sich zwei doppelte Verladekrane mit hochnehmbaren Auslegern und Zweiseillaufkatzen, die Heben, Senken und Anhalten an jeder Stelle der Fahrbahn zulassen.

Der Bau eines Hafens vermittels einer Mole wäre hier nicht nur äußerst kostspielig, sondern auch wegen der vorhandenen Versandungsgefahr wahrscheinlich in kurzer Zeit zwecklos geworden, während die wenigen Fundamente für die Seilbahnstützen der Strömung des Wassers kaum ein nennenswertes Hindernis bieten und somit auch keine Veranlassung zur Sandablagerung geben. Mit der beschriebenen, nach den mitgeteilten Zahlen sehr bedeutenden Anlage wird jetzt ein Schiff, das



Fig. 166. Schiffsentladeseilbahn bei Stralsund.

früher wochenlang liegen mußte, ehe es von den Eingeborenen und Minenarbeitern mit Hilfe kleiner durch die Brandung geruderter Boote beladen war, in wenigen Tagen segelfertig gemacht.

Eine ähnliche Anlage für allerdings wesentlich kleinere Verhältnisse ist ebenfalls von Adolf Bleichert & Co. für die Zuckerfabrik Stralsund schon vor Jahren zur Entladung von Schiffen ausgeführt worden: Die herankommenden Rohmaterialien, wie Kalkstein, Kohle usw. werden an einem im Meer angelegten Pier durch Schwenkkrane den dort anlegenden Schiffen entnommen und dann mit der Seilbahn in die Fabrik gebracht (Fig. 166).

Eine etwa der Fig. 159 entsprechende Schiffsentladeanlage mit anschließender Verteilung auf die verschiedenen Stapelplätze besitzt die Società Anonima „Elba" bei ihrem Hochofenwerk Portoferrayo. Die herankommenden Kohlendampfer und von den vorerwähnten Bahnen bei Rio Albano und Giove Portello einlaufenden Erzschiffe legen an beiden Seiten des ebenfalls ins Meer hinausgebauten Piers an;

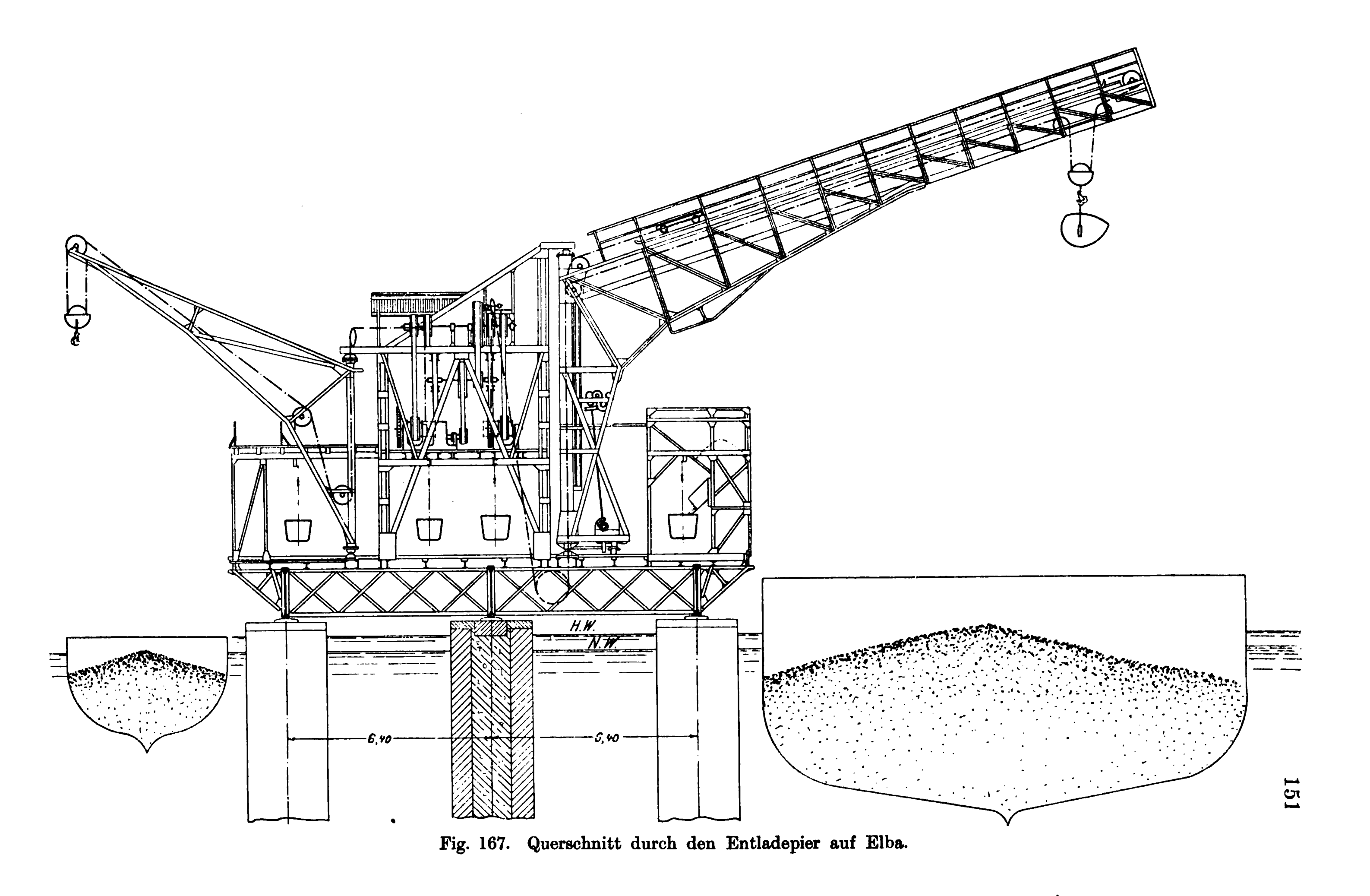


Fig. 167. Querschnitt durch den Entladepier auf Elba.

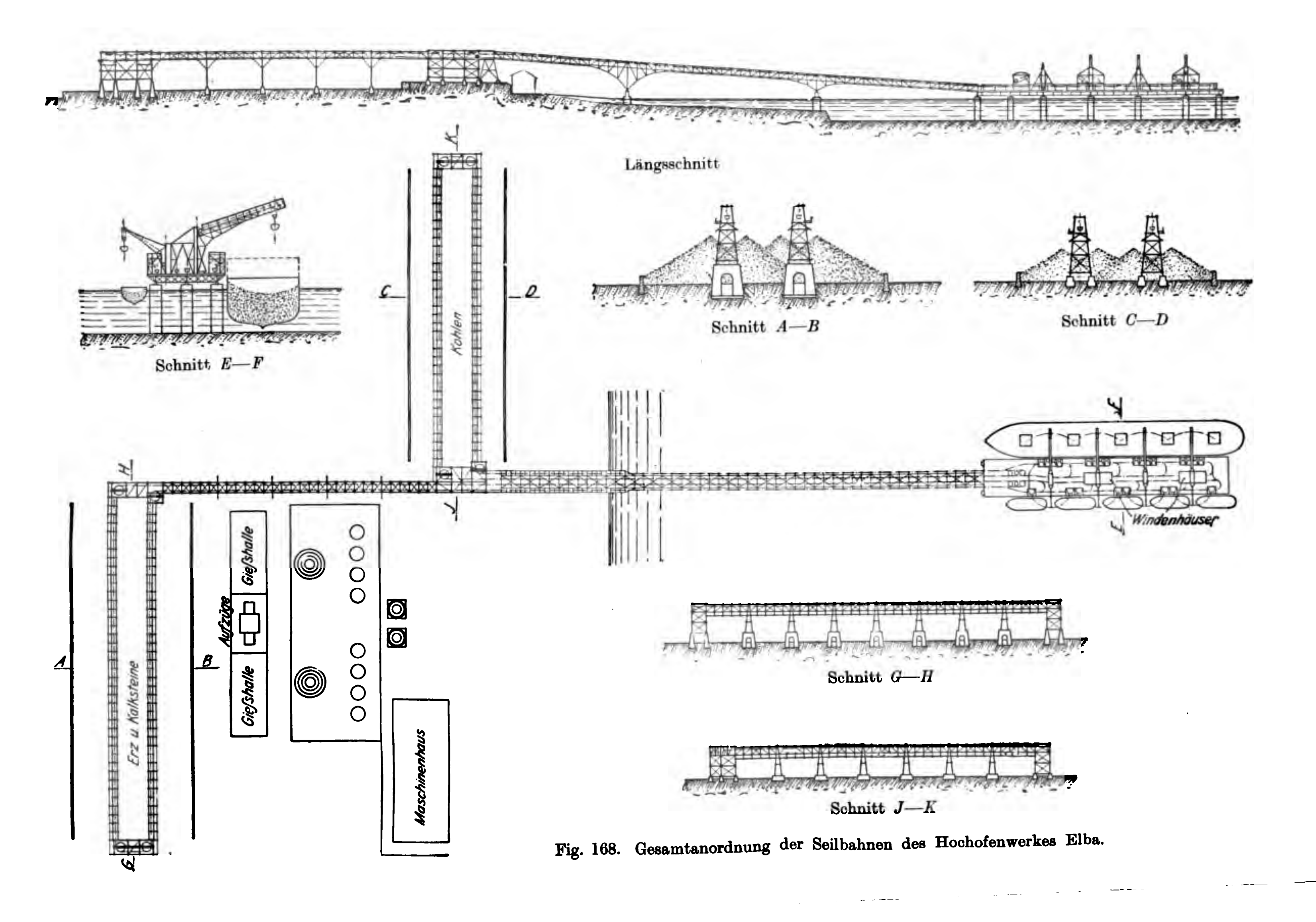


Fig. 168. Gesamtanordnung der Seilbahnen des Hochofenwerkes Elba.



Fig. 169. Ansicht eines Schrägbahnkranes zur Schiffsentladung mit anschließender Seilbahn.

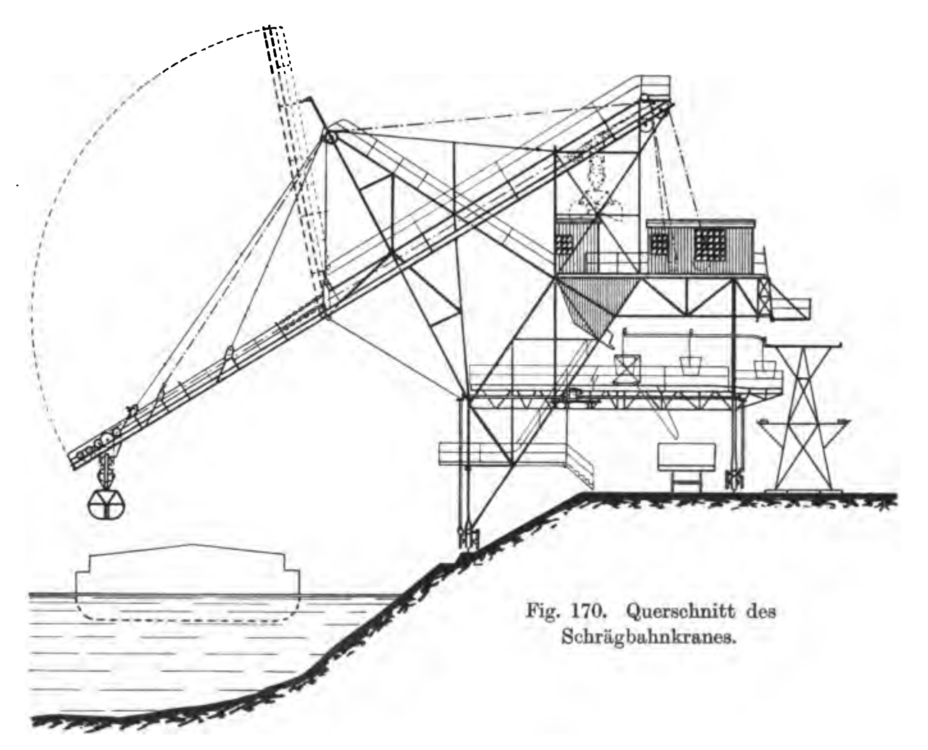


Fig. 170. Querschnitt des Schrägbahnkranes.

das Material wird ihnen in großen eisernen Kübeln mit Hilfe von Schwenkkranen entnommen und in kleine Füllrümpfe, die hinter jedem Kran stehen, ausgeschüttet (Fig. 167). Aus den Füllrümpfen zapfen



Fig. 171. Gesamtansicht des wasserseitigen Teiles der Seilbahnanlage.

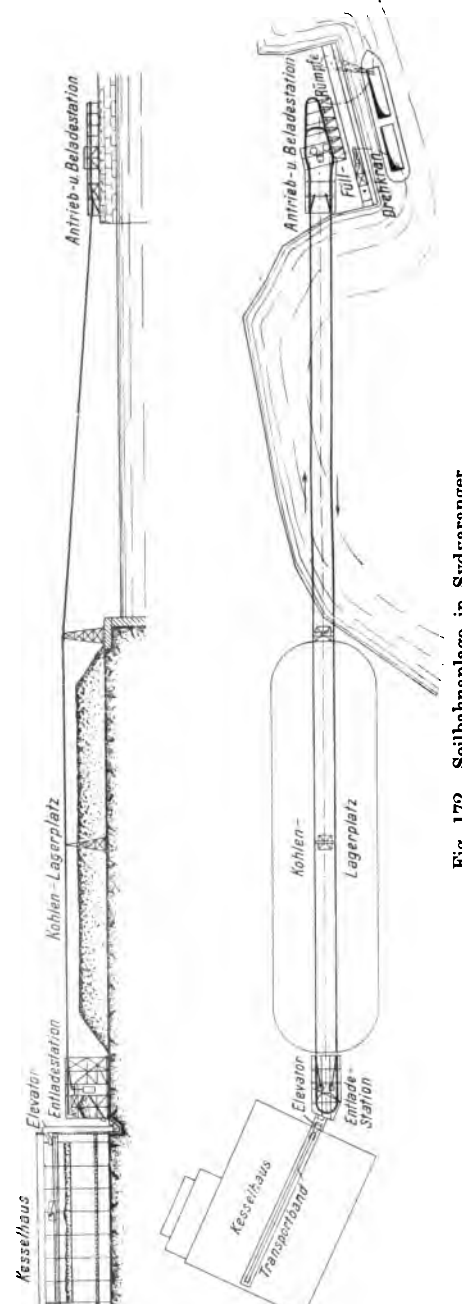


Fig. 172. Seilbahnanlage in Sydvaranger.

es zwei Hängebahnen mit Seilbetrieb ab und bringen es nach den Lagerplätzen. Die Gesamtanordnung der beiden Bahnen sowie Skizzen der Einrichtungen für die Stapelplätze gibt die Fig. 168 wieder.

Andere Entladevorrichtungen mit Selbstgreifern, die für Kanal- bzw. Flußschiffe Verwendung gefunden haben, sind bereits in den Fig. 135 und 138 bei der Beschreibung der anschließenden Seilbahnen dargestellt worden. Eine weitere große Anlage der Art, die für eine chemische Fabrik gebaut worden ist, zeigen die Fig. 169 und 170. Der Selbstgreifer wird hier auf einen schräggansteigenden Ausleger in die Höhe gezogen und entleert sich wieder in einen kleinen Füllrumpf, aus dem die Kohle in die Seilbahnwagen abgezogen wird. Die anschließende Drahtseilbahn besitzt eine stündliche Förderleistung von 200 t Kohle oder Schwefelkies und verteilt das Fördergut auf mehrere Lagerplätze. Eine Gesamtansicht davon mit den verschiedenen am Zugseil durchfahrenen Winkelstationen gibt Fig. 171 wieder.

Weitere Entladeeinrichtungen werden noch an späterer Stelle im Zusammenhang mit den anschließenden Fabrikbahnen beschrieben werden. Eine möge noch hier Platz finden, weil sie zeigt, wie man unter Umständen durch die Seilbahn den Vorteil haben kann, die Entladung nicht direkt vorn am Ufer des Werkes, das vielleicht zu flach ist oder gegen dessen Benutzung andere Rücksichten sprechen, sondern an einer entfernteren Stelle vorzunehmen. Es handelt sich hier um eine Kohlentransportanlage für die Aktiengesellschaft Sydvaranger in Norwegen (Fig. 172). Die Kohle wird den ankommenden Schiffen vermittels Selbstgreifer entnommen und in Füllrümpfe gegeben, aus welchen sie in gleichmäßiger Folge in die Wagen der Drahtseilbahn abgezogen wird, die über das Wasser hinweggeht. Sie schüttet das Material entweder auf das gleich am Werksufer beginnende Lager aus oder in den Aufnahmerumpf eines Elevators, der die Förderung auf das zwischen den Kesseln entlang laufende Transportband übernimmt.

Für kleinere Fördermengen ist die Elektrohängebahn wieder ein äußerst bequemes und billiges Mittel zur Entladung. Es genügt, den Hängebahnstrang, auf dem ein oder mehrere Wagen mit Windwerk verkehren, einfach über dem Kahn entlang zu führen (vgl. Fig. 186), so daß auch für kleine Werke die Anlagekosten leicht erschwinglich sind, die gewöhnlich schon in kurzer Zeit durch die Ersparnis an Löhnen wieder eingebracht werden.

6. Hängebahnen für Innentransporte.

Speziell in chemischen Fabriken wird häufig die Beförderung von Schüttgütern gleicher Art von einem Teil der Fabrik zu einem anderen in recht bedeutenden Mengen nötig, jedoch ist die Arbeitsweise in den seltensten Fällen eine stetige, indem gewöhnlich die in einem großen rechteckigen Raum hinter- und nebeneinander stehenden Apparate



Fig. 173. Hängebahn im Kristallisationsraum in Schlettau.

nicht der Reihe nach und in größeren Zeitabständen entleert bzw. gefüllt werden. Bandtransporteure und dgl. erweisen sich in dem Fall nur vorteilhaft, wenn alle für den Transport in Frage kommenden Apparate in einer Reihe hintereinander angeordnet sind, außerdem haben sie den Nachteil, daß sie den eingenommenen Raum dauernd voll in Anspruch nehmen.

Das nächstgelegene und deshalb früher allgemein üblich gewesene ist somit, auf Schienen laufende Förderwagen zu verwenden, deren Schienenbahn auch für den Verkehr der im Werk beschäftigten Arbeiter usw. benutzt wird. Leider machten sich die Nachteile dieser Standbahnen gerade in chemischen Fabriken besonders unangenehm bemerkbar: die

Schienen, Weichen und hauptsächlich die Drehteller behindern und erschweren den Verkehr der Arbeiter und des Aufsichtspersonals; außerdem erfordern Standbahnen große Sorgfalt bei der Reinigung des Raumes, und geringe, auf die Schienen gefallene Mengen des Transportgurtes erhöhen den Widerstand der Wagen sehr bedeutend. Nun ist der Wagenwiderstand an sich schon ein recht hoher, da der Kraftangriff des schiebenden Arbeiters nicht so gleichmäßig und zentral erfolgen



Fig. 174. Aufzug der Hängebahnanlage in Schlettau.

kann, daß nicht zwischen den Radflanschen und den Schienen eine mindestens 100, gewöhnlich 200% der sonstigen Widerstände betragende Reibung dauernd auftritt. Die Folge ist, daß ein kräftiger Arbeiter oft seine ganze Kraft aufwenden muß, um einen solchen Wagen auf nicht ganz sauberen Schienen fortzubewegen, und infolgedessen langsam und mit großen Pausen arbeitet.

Alle diese Übelstände fallen bei einer Hängebahn mit Handbetrieb fort. Der Boden des Raumes bleibt glatt und unverändert, die Hängebahnschienen und ihre Weichen stören den Durchgang in keiner Weise und sind ebensowenig wie die Laufwerke der Wagen Verschmutzungen

ausgesetzt. Die beiden hintereinander stehenden Räder der Hängebahnlaufwerke haben keinerlei Spiel, so daß eine Schiefstellung, die bei Standbahnen oft vorkommt und den Fahrwiderstand stark erhöht, nicht möglich ist; zwischen der Tragschiene und der großen Hohlkehle des Rades kann Flanschenreibung überhaupt nicht stattfinden. Aus diesen Gründen kann ein jugendlicher Arbeiter damit den Transport leicht bewerkstelligen, zu dem bei Standbahnen zwei entsprechend hoch bezahlte Vollarbeiter gebraucht werden.

In den meisten chemischen Fabriken, beispielsweise auch in der Fabrik der Halleschen Kaliwerke in Schlettau hat man daher auf Grund



Fig. 175. Hängebahnanlage zur Beschickung der Deckbottiche in Schlettau.

obiger Überlegungen die vorhandenen Standbahnen durch Hängebahnen ersetzt. Fig. 173 zeigt z. B. den Kristallisationsraum, wo das Salz aus den Kühlkästen in die davor geschobenen Hängebahnwagenkasten ausgeschlagen wird, die dann bis zu einem am Ende des Raumes befindlichen Aufzug (Fig. 174) geschoben werden. Dort laufen die verschiedenen Hängebahnstränge zusammen und werden durch einige Weichen verbunden, die von dem Arbeiter mit Hilfe eines Kettenzuges verstellt werden.

Der elektrische Aufzug wird von Hand gesteuert und die Verriegelung der Türen ist so eingerichtet, daß sie nur geöffnet werden können, wenn die Förderschalen in richtiger Höhe stehen. Er bringt die gefüllten Wagen

in die oben gelegene Deckstation, wo sie einfach über den einzelnen Verschlußgittern der Deckbottiche ausgekippt werden (Fig. 175). Aus der Deckstation wird dann das fertige, noch nasse Chlorkalium nach dem in derselben Höhe befindlichen Trockenofen befördert, und zwar hier zum Teil mit einem Förderband, teilweise aber auch wieder durch eine Hängebahn mit Handbetrieb.

Von dem Kalzinierofen geht das getrocknete Chlorkalium dann vermittels eines Elevators zu einem hochgelegenen Füllrumpf, aus dem es wieder durch Öffnen einer einfachen Verschlußklappe in Hängebahnwagen abgezogen wird (Fig. 176). Der Wageninhalt wird dann von



Fig. 176. Hängebahn im Lagerraum Schlettau.

einer automatischen Wage festgestellt und registriert, die in die Hängebahnanlage eingebaut ist, worauf der Wagen über schräge Flächen in den großen Magazinbehälter ausgekippt wird. Da der Hängebahntransport leicht und schnell vor sich geht, so genügt für die gesamte Bedienung des Magazins ein einziger Arbeiter. In ähnlicher Weise arbeitet die Hängebahnanlage der Gewerkschaft Wintershall in Heringen a. d. Werra, die noch durch eine Elektrohängebahn und eine kurze Seilbahn vervollständigt ist. Einen Blick in die Kühlhalle mit den Abzweigungen bis nach den einzelnen Bottichen, die im Ganzen 250 m Gleis enthalten, gibt Fig. 177 wieder. Im Bodenraum des Chlorkaliummagazins und des Sulfatlagers sind je vier parallel laufende Hängebahnstränge vorhanden,



Fig. 177. Hängebahnen der Kühlhalle in Heringen.



Fig. 178. Hängebahnen des Lagerraumes in Heringen.

die durch Weichen und Bogenstücke miteinander derart verbunden sind, daß die leeren Wagen immer wieder zurückgeführt werden können,



Fig. 179. Elektrohängebahn in Heringen.

ohne unnötige Umwege zu machen (Fig. 178). Beide Lager enthalten über 800 m Schienen.

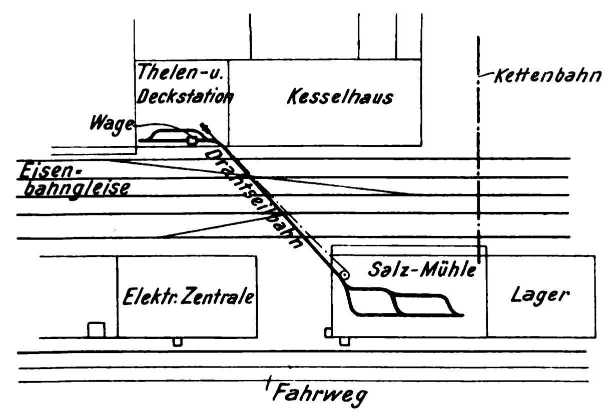


Fig. 180. Drahtseilbahn in Salzdetfurt.

Die Elektrohängebahn des Werkes hat die Aufgabe, das fertige Sulfat aus der Sulfatfabrik zum Trockenofen zu bringen, ohne daß außer dem in der Fabrik mit dem Beladen der Wagen beschäftigten

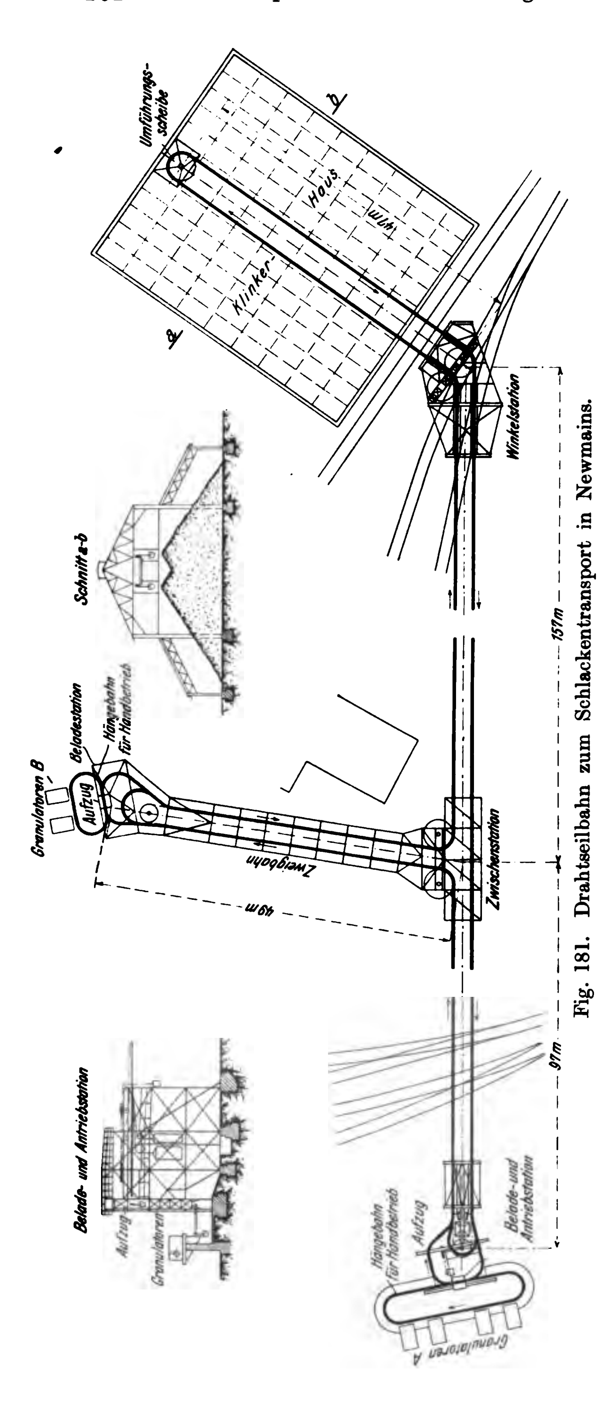


Fig. 181. Drahtseilbahn zum Schlackentransport in Newmains.

Mann sonst eine Bedienung nötig ist. Der ganze Transport über die Strecke erfolgt automatisch (Fig. 179), mit allen Sicherungen gegen ein etwaiges Aufeinanderrennen zweier Wagen, und das Auskippen am Ende der Förderstrecke geschieht durch Berühren eines verstellbaren Anschlages ebenfalls vollkommen selbsttätig.

In anderen gleichen Fällen benutzt man auch Drahtseiltriebe für derartige kurze Transporte, wie z. B. Fig. 180 zeigt, die vielleicht eine der kürzesten überhaupt gebauten Hängebahnen mit Seilbetrieb, die des Kaliwerkes Salzdetfurt im Maßstabe 1 : 2000 wiedergibt.

Eine ebenfalls recht kurze Drahtseilbahn mit Trag- und Zugseil ist die von Adolf Bleichert & Co. für die Coltnes Iron Co. in Newmains gebaute Anlage (Fig. 181). Sie hat den Zweck, granulierte Schlacke von den Granulatoren auf das Lager zu schaffen. Vor den Granulatoren befindet sich eine Hängebahnschleife, auf der die Drahtseilbahnwagen aus Füllschnauzen beladen

werden. Die Wagen werden dann in einen Aufzug geschoben, der sie in die Beladestation hebt, und gehen darauf über die Strecke von nur 254 m Gesamtlänge zur selbsttätigen Winkelstation, in der die Tragseile abgespannt werden, und dahinter auf das Lager, dessen Hängebahnschienen an der Dachkonstruktion aufgehängt sind. Etwa auf $^3/_5$ der Strecke schließt sich eine kurze, aus Hängebahnschienen bestehende Zweigstrecke an, die nach einer zweiten, ebenso eingerichteten Granulatorenanlage geht und über die sämtliche Wagen hinweggeführt werden, so daß nur ein Antrieb gebraucht wird. Zur Umführung der dort nicht benutzten Wagen dienen in beiden Stationen ganz kurze Hängebahnschleifen. An Bedienungsmannschaften sind auf die Weise in jeder Beladestation nur zwei Mann erforderlich, einer unten und einer oben, im übrigen vollzieht sich der ganze Betrieb selbsttätig.

Hier liegen, wenigstens auf der Hauptstrecke, noch Abstände vor, die die Zwischenspannung von Tragseilen als zweckmäßig erscheinen lassen. Häufig ist es aber bei kürzeren Längen vorteilhafter, die ganze Bahn als Hängeschienenbahn mit Seilbetrieb auszuführen, wie das noch Fig. 182 veranschaulicht, die die Gesamtanordnung der hauptsächlich zur Beförderung von Rübenschnitzeln dienenden Anlage der Fürstl. Schwarzenbergischen Zuckerfabrik Postelberg darstellt. Erläuterungen zu der Figur dürften überflüssig sein, hingewiesen sei nur auf die 9 Ablenkungs- bzw. Umführungsscheiben der Bahn, um die die Wagen am Zugseil selbsttätig herumgeleitet werden.

Fig. 182. Hängebahn mit Seilbetrieb in Postelberg.

Fig. 183 zeigt die doppelte Hängebahn mit Drahtseilbetrieb für die Zuckerfabrik Breda und Bergen op Zoom in Holland. In das Hafenbecken der Fabrik ist eine einfache Beladerampe eingebaut, wo die Seilbahnwagen von den Schiffen aus beladen und dann auf die Haupt-

strecke übergeschoben werden, die ihren Antrieb hinter der Rübenschwemme hat, in die die Rüben vermittels einstellbarer Anschläge ausgekippt werden. Die zweite, teilweise der ersten parallel laufende Anlage bringt die Rübenschnitzel entweder auf das Lager oder schüttet sie neben der Beladeweiche der Eisenbahn aus.

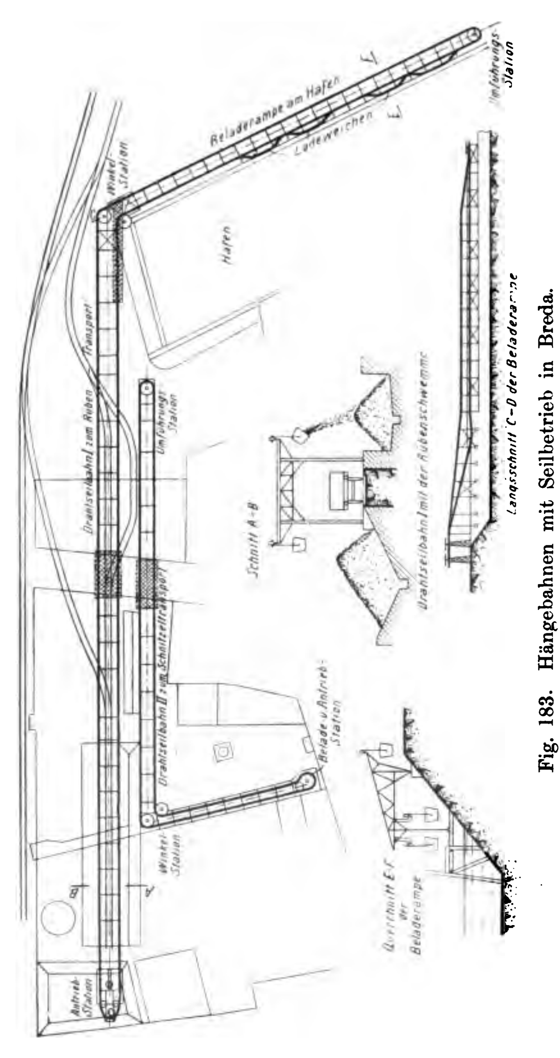


Fig. 183. Hängebahnen mit Seilbetrieb in Breda.

Eine andere Art der Beladung der Bahn vom Schiff aus ist bei der in Fig. 184 wiedergegebenen Hängebahn mit Seilbetrieb, die für eine chemische Fabrik geliefert wurde, in Anwendung gekommen. Das Rohmaterial wird direkt unten im Schiff in die Drahtseilbahnwagen eingeladen, die mit Hilfe zweier Drehkrane von den Beladegleisen S_3 in die Kähne hinuntergesenkt und ebenso wieder heraufgehoben werden. Das Beladegleis steht durch die Weichen W_1, W_2, W_3 mit dem Hauptgleis S_1 in Verbindung. In der Antriebsstation ist naturgemäß noch eine kurze Umführung um die Antriebsseilscheiben nötig, im übrigen geht der Betrieb selbsttätig vor sich. Von Interesse sind die großen Brücken von 36 m Spannweite, über die die Wagen zum Lagerschuppen gelangen.

Sehr ähnlich erscheint die ebenfalls für eine chemische Fabrik erbaute Anlage nach Fig. 185. Nur findet die Beladung dadurch statt,

daß die Drehkrane das Gut in Kübeln aus dem Kahn entnehmen und diese dann in Füllrümpfe entleeren. Außerdem sind hier Elektrohängebahnen ausgeführt, so daß auf der ganzen Strecke in den Lagerhäusern

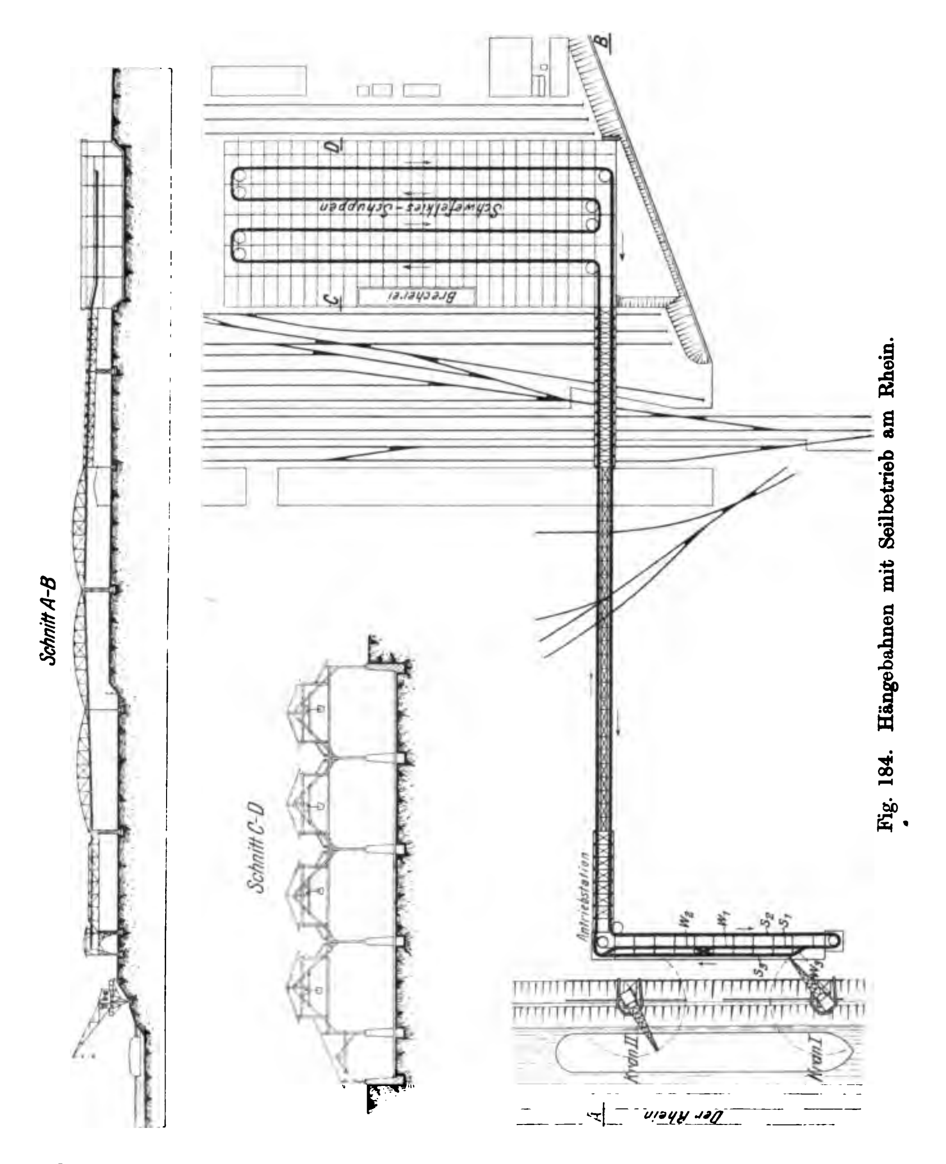


Fig. 184. Hängebahnen mit Seilbetrieb am Rhein.

keine beweglichen und zu schmierenden Seilscheiben, Tragrollen usw. vorhanden sind. Auf der einen Seite der Fabrik befindet sich das Rohphosphatlager, dem das Material vom Ufer über die Kurven *n* und *o*

zugeführt wird, auf der anderen Seite das Superphosphatlager mit den Kurven p und q, dem das Fertigfabrikat durch einen Elevator auf der Abzweigstrecke $s\ t$ zugebracht wird, von der es nötigenfalls wieder

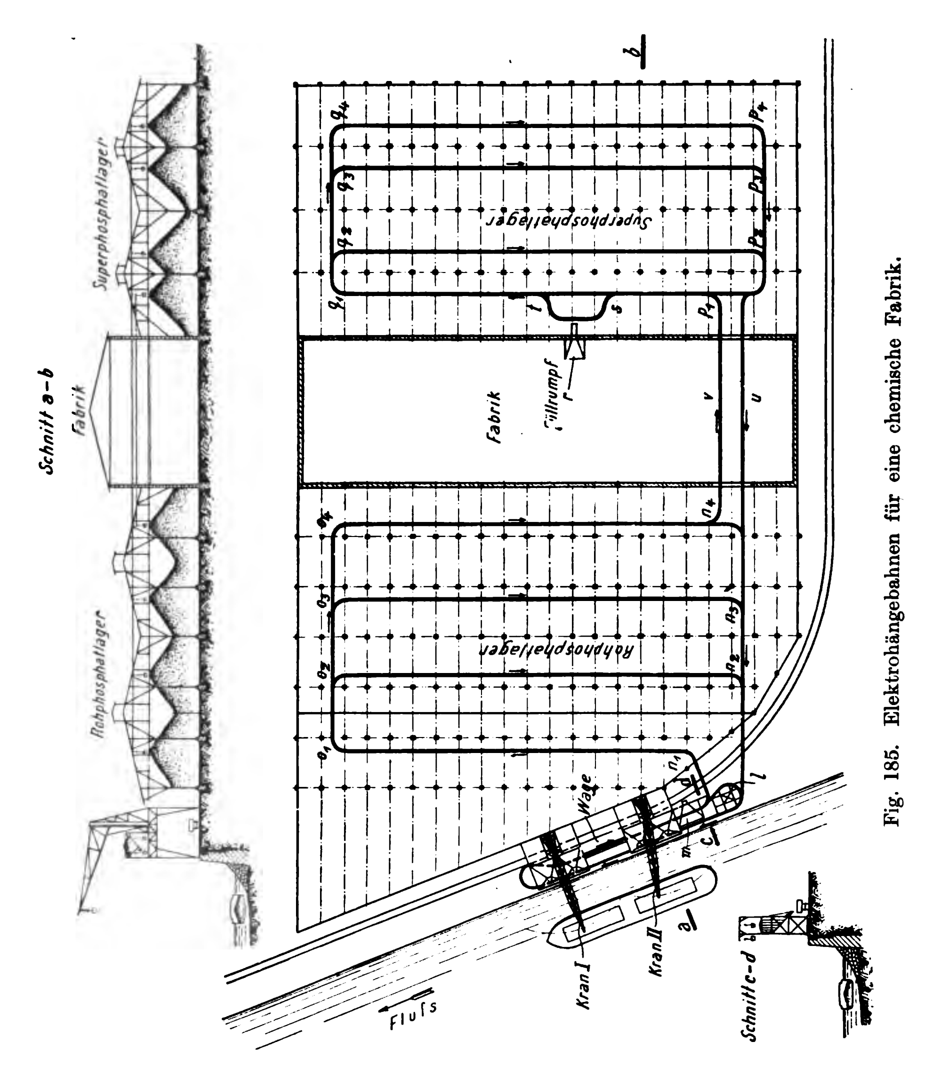


Fig. 185. Elektrohängebahnen für eine chemische Fabrik.

zur Verladung in die Kähne oder Eisenbahnwagen nach dem Flußufer zurückbefördert werden kann.

Eine bei der Verwendung von Elektrowindenwagen sehr bequeme Art der Beladung aus Kähnen vermittels einer einfachen, wenig Grundfläche beanspruchenden Einrichtung veranschaulicht Fig. 186: An

weit auskragenden Auslegern ist die Fahrschiene über dem Schiff entlanggeführt (vgl. S. 155), und die Wagenkasten werden an beliebiger Stelle hinabgesenkt und wieder hochgewunden. Zur Feststellung des Gewichtes ist kurz vor dem Fabrikschuppen noch eine selbsttätige Wage in die Anlage eingebaut, die das Nettogewicht jeder Ladung fortlaufend registriert.

Ein besonders häufiges Anwendungsgebiet der Elektrohängebahn ist auch das Heranschaffen von Kohlen vom Lagerplatz bis in die



Fig. 186. Elektrohängebahn mit Windenwagen zur Schiffsentladung.

Kesselfeuerungen. Gewöhnlich dient dazu ein Windenwagen, wie ihn z. B. Fig. 187 zeigt, der auf dem Lagerplatz vollgeschaufelt wird und dann selbsttätig bis zu dem betreffenden Kesselbunker fährt, dort auskippt und wieder zurückkehrt, ohne daß menschliche Bedienung dafür vorhanden ist. Bei kleineren Kesselanlagen, wo die Errichtung großer Bunker, die etwa den halben Tagesbedarf enthalten, zu hohe Kosten verursachen würde, genügt es häufig, den Wagenkasten der Elektrohängebahn mit einer Klappe zu versehen, die niedergelassen einen schrägen Boden bildet (Fig. 187), so daß der Inhalt daraus wie über eine Schüttrinne in einen kleinen, über der Kesselfeuerung befindlichen Trichter abläuft.



Fig. 187. Elektrohängebahn zur Kesselhausbekohlung.

7. Kabelkrane.

Die Elektrohängebahn hat sich zum guten Teil durch ihre weitgehende Anpassungsfähigkeit an jede noch so winklige Arbeitsstelle die industriellen Werke erobert und dann aus dem weiteren Grunde, daß sie in einfacher Weise gleich als verfahrbare Winde zu gebrauchen ist. Ihr einziger Nachteil ist der, daß sie an starre Schienen gebunden ist, weil bei ihr als Adhäsionsbahn die Reibung zwischen Rad und Schiene so gering ist, daß der Wagen schon vor verhältnismäßig kleinen Steigungen stehen bleibt, wenn er nicht durch eine äußere Kraft hinaufgebracht wird. Solche Steigungen bilden sich nun bei Seilen als Fahrbahn vor jeder Seilbahnstütze infolge des unvermeidlichen Tragseildurchganges von selbst; will man also die Vorteile der mit einer Winde versehenen Hängebahn für große Spannweiten ausnutzen, so muß man auf die mit Zugseilantrieb arbeitende Seilbahn zurückgreifen. So entstand zuerst in Amerika der Kabelkran, der sich neuerdings auch in Europa immer weiter einführt.

Besonders wertvoll haben sich die Kabelkrane als Hilfsmittel bei der Bedienung von Tagebauen, Steinbrüchen, Tongruben usw. und beim Bau langgestreckter Ingenieurwerke von verhältnismäßig geringer Breite erwiesen, die auf unebenem Gelände zu errichten sind, wie z. B. Talsperrenmauern, Brückenbauten, Schleusen, Trockendocks usw. Der Transport der Baumaterialien, der sonst sehr bedeutende Schwierigkeiten macht, erfolgt durch den Kabelkran ohne Beengung des Arbeitsplatzes schnell und sicher vom Stapel bis direkt zur Gebrauchsstelle. Naturgemäß ist die Tragfähigkeit eine den Verhältnissen angepaßte hohe, z. B. beträgt sie für den in Fig. 192 dargestellten Kran 6000 kg und das Laufseil wird demgemäß stärker bemessen, als es bei den ge-



Fig. 188. Kabelkran für einen Brückenbau.

wöhnlichen Drahtseilbahnen üblich ist, die ja fast durchweg mit kleineren Einzellasten arbeiten.

Die Einrichtung und Arbeistweise der Kabelkrane ist folgende: An den festen, oder auch bei größerer Breite der Baustelle verfahrbaren Endstützen aus Holz oder Eisen ist das Tragseil fest verankert; darauf wird die drei- oder vierrädrige Laufkatze vermittels des Zugseiles hin- und herbewegt, dessen beide Enden an der Katze befestigt sind und das von einer Treibtrommel aus in der einen oder anderen Richtung angezogen wird. Ein zweites, von derselben Winde angetriebenes Seil bewirkt die Hebung und Senkung der Last. Die leichte Laufkatze des in Fig. 188 veranschaulichten Brückenbau-Kabelkranes ist in Fig. 189 besonders dargestellt. Sie trägt noch auf einem Auslegerhaken eine Reihe von Hängestangen, die das lose Zugseil unterstützen sollen und zu dem

Zweck auf einem über dem Tragseil ausgespannten Knotenseil in bestimmten Abständen hängen bleiben. In die obere Gabel kann sich gegebenenfalls das obere rückkehrende Trum des Zugseiles einlegen.

In dieser Form bildet der Kabelkran zurzeit das billigste und bequemste Bauhilfsmittel. Fig. 190 gibt einen Begriff davon, wie dasselbe beim Abbruch eines Hauses auf dem beschränkten Raum im



Fig. 189. Laufkatze des Kabelkranes.

Innern einer Stadt — Leipzig — benutzt werden kann. Eine genauere Darstellung in der Aufrißprojektion liefert Fig. 191.

Eine andere Ausführung zeigt die Fig. 192. Es ist ein für die holländische Kolonialeisenbahn zur Überbrückung des an dieser Stelle 300 m breiten Surinamflusses von Adolf Bleichert & Co. erbauter Kabelkran, der den ganzen Lasten- und Personenverkehr von einem Ufer zum anderen zu vermitteln hat. Gerade für derartige Kolonialzwecke, wo der Bau

einer Brücke von vornherein ausgeschlossen ist, erweist sich der billige Kabelkran als einziges Hilfsmittel. Seine Tragfähigkeit ist im vorliegenden Fall so hoch bemessen, daß damit sogar Dampfkessel und fertig zusammengebaute Maschinen befördert werden können.



Fig. 190. Kabelkran bei einem Hausabbruch in Leipzig.

Der feststehende Kabelkran beherrscht nur eine Linie, so daß für Bauten von größeren Breitenabmessungen deren mehrere nebeneinander anzuordnen sind oder, wenn die sonstigen Umstände günstig sind, ein seitlich verfahrbar, etwa nach Fig. 193 ausgebildeter, der für die Neustädter Dampfziegelei geliefert worden ist. Der Antrieb erfolgt hier von einer Lokomobile aus, die auf der rückwärtigen Verlängerung des einen Turmgerüstes steht und so einen Teil des notwendigen Gegengewichtes bildet. Drei solcher Kabelkrane von 215 m Spannweite und 4,5 t Tragfähigkeit bei 40 cbm/Std Förderleistung arbeiten nebeneinander bei den Bauten für den argentinischen Kriegshafen Bahia Blanca (Fig. 194). An den Laufkatzen hängen hölzerne Kippkasten, die sich bequem mit der Dampfschaufel füllen lassen und dann am Ende der Fahrt von der Motorwinde langsam zum Kippen gebracht werden.

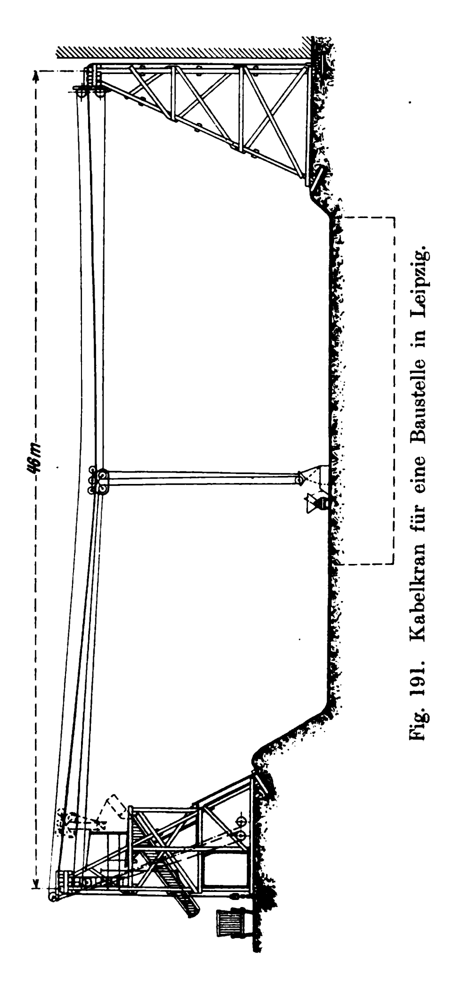


Fig. 191. Kabelkran für eine Baustelle in Leipzig.

Statt der Parallelverschiebung des ganzen Kabelkranes genügt bisweilen auch eine Schwenkung um den einen fest

verankerten Turm. Fig. 195 veranschaulicht eine derartige, beim Bau der Donaubrücke in Ulm benutzte Ausführung.

Für die Entladung von Schiffen auf Stapelplätze haben die Kabelkrane ebenfalls vielfache Anwendung gefunden. Die wasserseitige, gewöhnlich fahrbare Stütze erhält dann einen festen Ausleger, der mit Rücksicht auf die Schiffsmasten in die Höhe geklappt werden kann, wie



Fig. 192. Kabelkran über den Surinamfluß.

Fig. 196 nach einer Bleichertschen Ausführung zeigt. Die hinter der Ladestelle entlang gehende Uferstraße ist noch durch eine mit dem Turm der Kabelbahn verschiebbare Schutzbrücke überdeckt. Das ge-

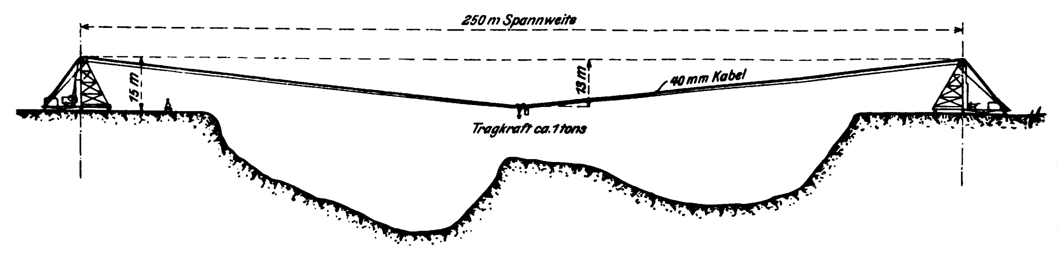


Fig. 193. Kabelkran für eine Braunkohlengrube.

samte Windwerk befindet sich in dem unteren Maschinenhaus der Stütze, während der Maschinist die Steuerung der Winden von einem hochgelegenen Steuerhäuschen aus bewirkt, das einen nach beiden Seiten freien Überblick gewährt. Das lose Zugseil der Laufkatze wird hier nicht von Reitern getragen, sondern durch hölzerne Balken, die an zwei seitlich ausgespannten Seilen aufgehängt sind.

In umgekehrter Weise kann der Kabelkran auch zur Beladung von Schiffen benutzt werden. Er erweist sich auch dann noch als vorteilhaft, wenn gar nicht von einem großen Lager gefördert wird, sondern



Fig. 194. Kabelkrane für den Hafenbau in Bahia Blanca.

nur die Schiffe wegen der geringen Wasserhöhe nicht direkt am Ufer anlegen können (Fig. 197).

In manchen Fällen wird eine einfache und bequeme Anspannung des Tragkabels dadurch erzielt, daß man eine unter 45° geneigte Pendelstütze durch ein angehängtes Gewicht hinreichend belastet. Bei der zur Ausbeutung einer Erzmine vorgeschlagenen Anordnung nach

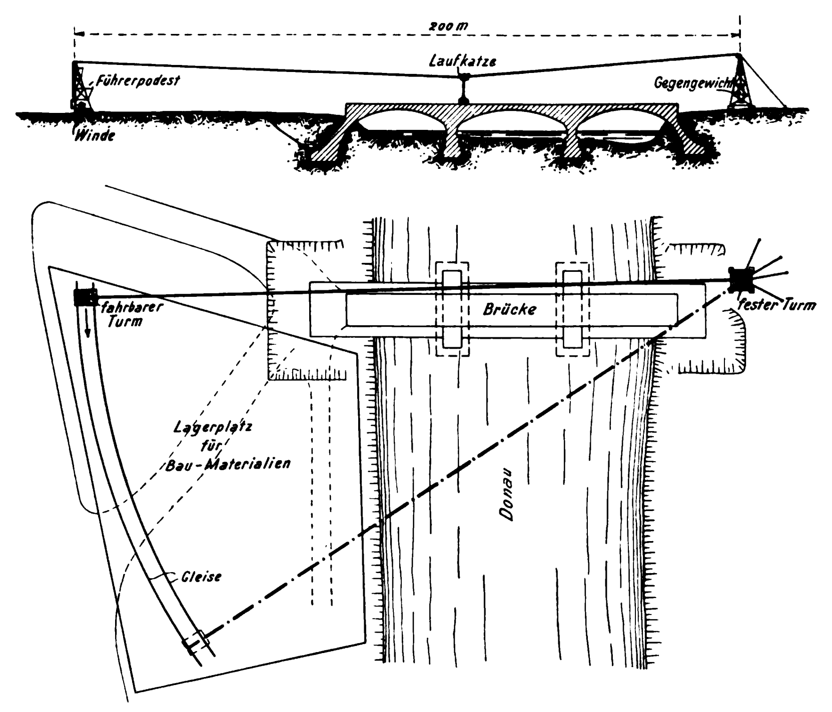


Fig. 195. Schwenkbarer Kabelkran in Ulm.



Fig. 196. Kabelkran zur Schiffsentladung in Danzig.

Fig. 198 ist z. B. das Tragkabel bei A fest verankert, liegt dann auf der senkrechten Tragstütze auf, auf der der Maschinist seinen Stand hat,

und die Anspannung erfolgt hinter der Erzgrube durch das Gewicht *B*. Der Wagen hebt das in der Mine gewonnene Gestein in einer Kippbritsche an und bringt es entweder bei *C* für die Verladung auf Eisenbahnwagen in Füllrümpfe oder bei *D* auf Kippwagen, die es in die Kalzinieröfen ausschütten.

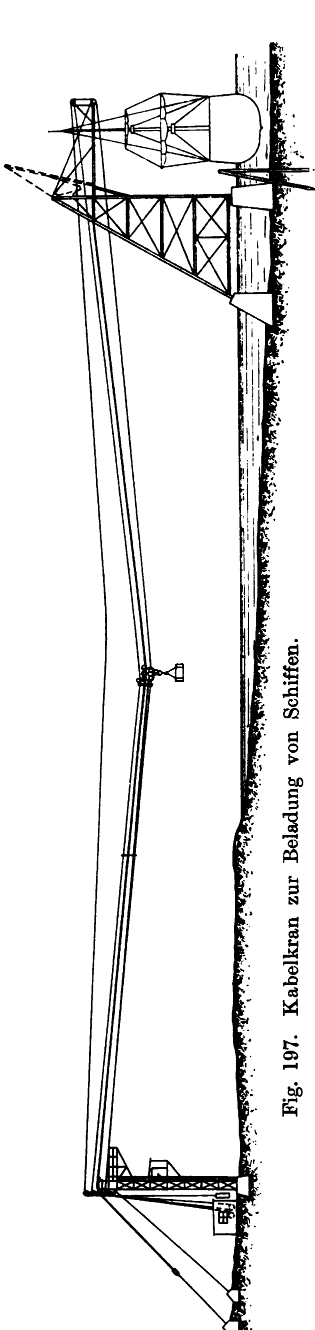


Fig. 197. Kabelkran zur Beladung von Schiffen.

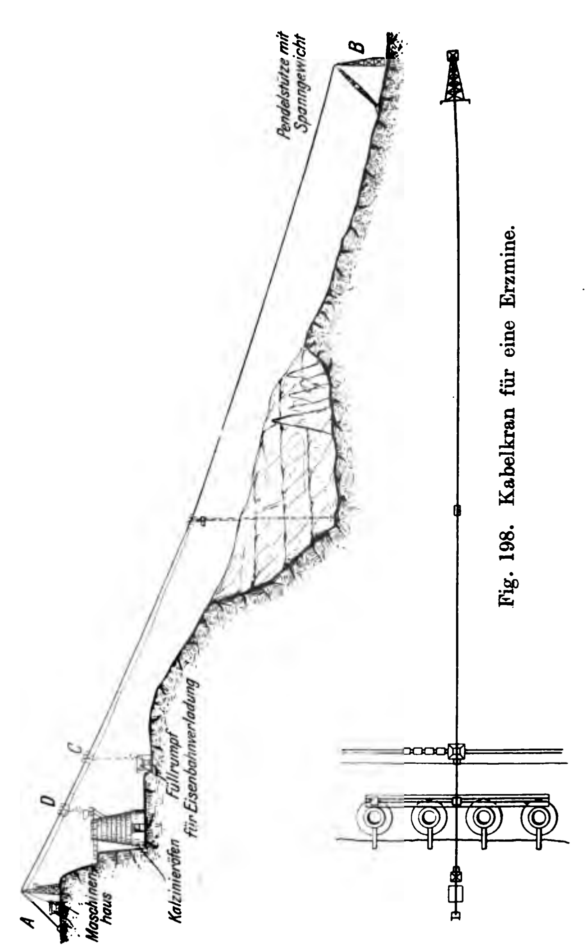


Fig. 198. Kabelkran für eine Erzmine.

In gewissem Sinne eine Weiterbildung dieses Systems ist die in Fig. 199 dargestellte Anlage für den Bau der Schleuse I des Rhein-Herne-Kanals in Duisburg. Dort sind nach einer neuen Konstruktion der Firma Adolf Bleichert & Co. die Endstützen der für den Aufbau der beiden Schleusenmauern nötigen Kabelkrane seitlich schwenkbar ge-



Fig. 199. Seitlich schwenkbare Kabelkrane für den Schleusenbau bei Herne.

macht worden, so daß jeder einen Streifen von 6 m Breite bei 300 m Länge bestreicht.

Eigentlich keine Kabelbahn mehr, sondern nur eine schwere Drahtseilbahn ohne Zwischenstützen ist die in Fig. 200 wiedergegebene Schwebefähre, die für die Zuckerfabrik Panggongredjo auf Java gebaut ist. Jenseits des Kali-Metro-Flusses wird das geerntete Zuckerrohr in großen Schmalspurwagen herangebracht, die auf den Schwebebahnwagen gefahren werden, der dann von dem Zugseil zur Fabrik herübergezogen wird. Auf jedem Tragkabel verkehrt ein Wagen, so daß eine Anlage mit Pendelbetrieb vorliegt, die aber ausnahmsweise mit Dampfkraft angetrieben wird, weil die Straße nahezu horizontal ist, während derartige Bahnen sonst gewöhnlich so große Neigung haben, daß sie von selbst laufen (vgl. S. 91).

8. Die Einseilbahnen.

Eine besondere Klasse für sich bilden die von Hodgson in England und seinen Kolonien eingeführten Einseilbahnen (vgl. S. 14). Bei ihnen ist nur das ständig umlaufende Zugseil vorhanden, so daß die Anlage durch den Wegfall der schweren und stark angespannten Tragseile geringere Beschaffungskosten erfordert. Andererseits ist hierbei

die Größe der in einem Wagenkasten aufzunehmenden Menge begrenzt, da eine hohe Einzellast das gering gespannte Zugseil zwischen den Stützen zu weit durchdrücken und demgemäß zu stark knicken würde. Aus demselben Grunde ist der Wagenabstand immer ziemlich groß zu halten, so daß die stündliche Fördermenge einer solchen Anlage gewöhnlich nicht mehr als 10 t beträgt. Unter Umständen können natürlich auch größere Mengen transportiert werden, jedoch ist zu beachten, daß das Zugseil, das hier gleichzeitig die Last trägt, stärker gespannt werden muß als das der Zweiseilbahnen. Dadurch wird aber ein entsprechend größerer Reibungsverlust im Triebwerk, ein stärkerer Verbrauch an Schmiermaterial und schließlich eine größere Abnutzung der bewegten Teile hervorgerufen. Nach den in Deutschland üblichen Grundsätzen über die Wirtschaftlichkeit von maschinellen Anlagen können die Einseilbahnen deshalb nicht für größere Förderleistungen in Frage kommen; immerhin haben sie, besonders für koloniale Gebiete, an der richtigen Stelle ihre Bedeutung.

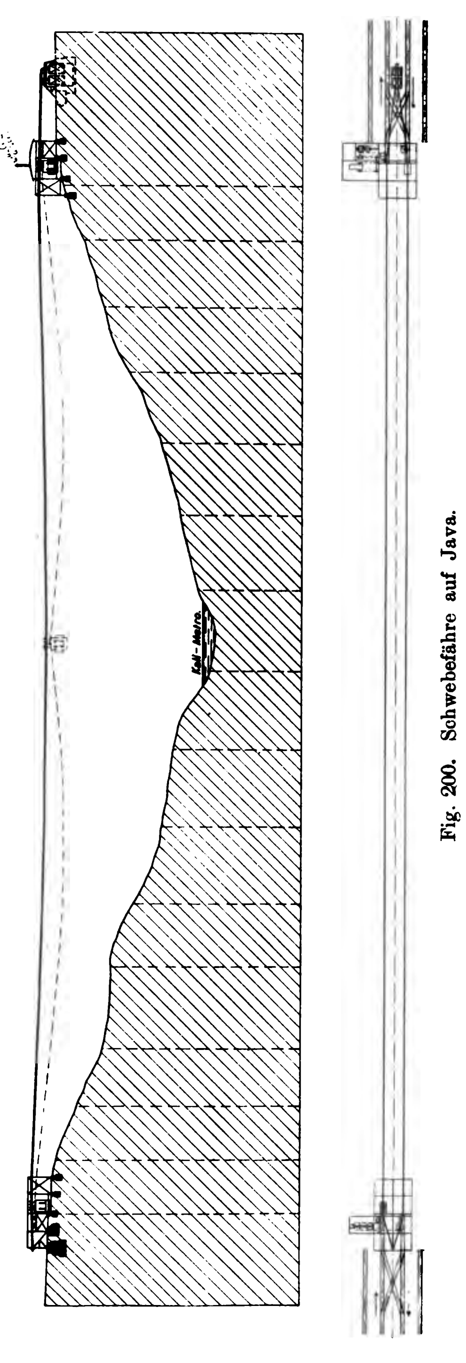


Fig. 200. Schwebefähre auf Java.

Die Einrichtung der Stützen unterscheidet sich dadurch von der bisher gezeigten, daß an Stelle der Auflagerschuhe fliegend gelagerte

Seiltragrollen aufgebracht sind (Fig. 201). Wenn sich ein größerer Gefällwechsel an der Stütze notwendig macht, werden zur Vermeidung einer zu scharfen Biegung des Seiles mehrere Tragrollen hintereinander

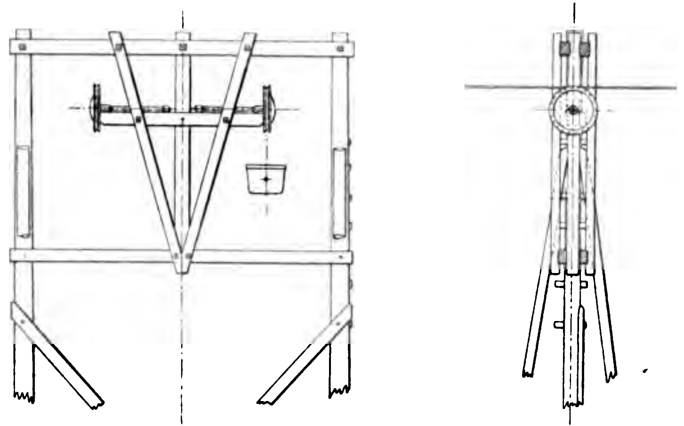


Fig. 201. Stütze einer Einseilbahn.

vorgesehen. Fig. 202 stellt z. B. einen solchen Übergang mit vier Tragrollen dar, die paarweise an Schwinghebeln sitzen, die sich ihrerseits

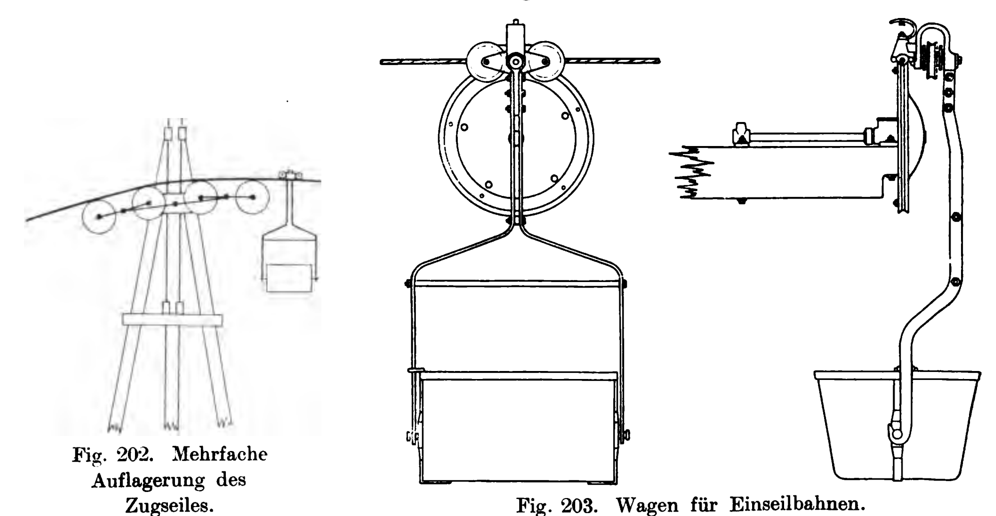


Fig. 202. Mehrfache Auflagerung des Zugseiles.

Fig. 203. Wagen für Einseilbahnen.

wieder in einem in vertikaler Ebene schwingenden Traghebel bewegen können, so daß damit tatsächlich ein allmählicher Richtungsübergang des Seiles erzielt wird.

Das Gehänge des Wagenkastens muß naturgemäß so geformt sein, daß es auch bei stärkstem Auspendeln im Wind nicht an die Seiltrag-



Fig. 204. Beladestation einer Einseilbahn.

rollen schlägt; daraus ergibt sich etwa die in Fig. 203 erscheinende Form. Die Befestigung der Fördergehänge am Zugseil erfolgte in früherer Zeit ausschließlich durch die Reibung zwischen dem Seil und einem

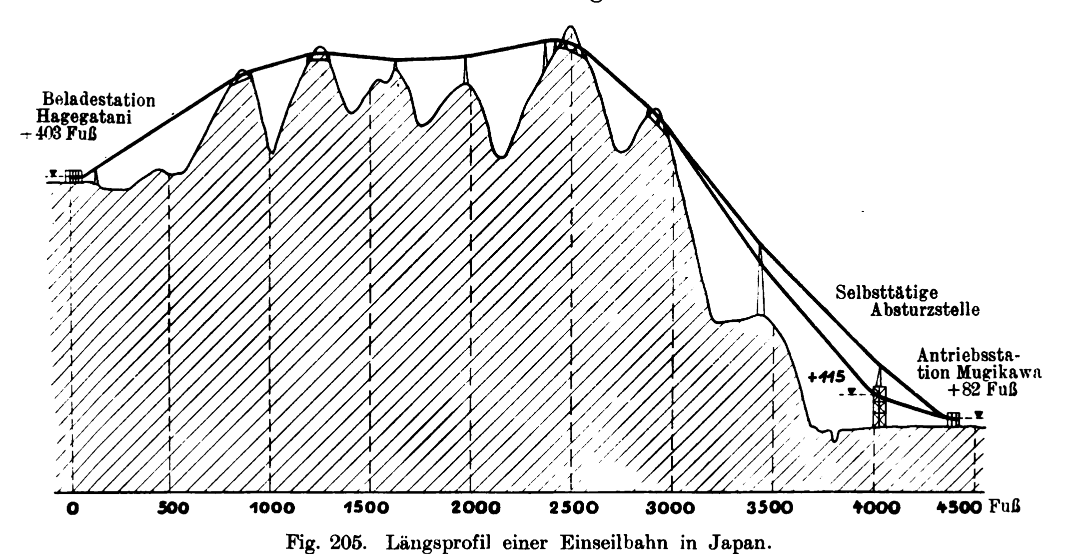


Fig. 205. Längsprofil einer Einseilbahn in Japan.

Auflagerschuh, mit dem sich das Gehänge von oben auf das Seil legte. In dem Fall kann selbstverständlich die Neigung der Strecke nur eine

kleine sein, da sonst der Tragschuh ins Rutschen kommt. Die Hängebahnschienen der Station, auf denen die Gefäße von Hand weiter geschoben werden sollen, sind nun etwas neben dem Seil gelagert, so daß die neben dem Auflagerschuh angeordneten, in einer frei drehbaren Traverse sitzenden Räder darauf auflaufen. Den vorderen Teil einer solchen Bleichertschen Station veranschaulicht z. B. die Fig. 204.

Zur sicheren Befestigung des Wagens selbst auf stark geneigten Strekken verwendet die Firma Adolf Bleichert & Co. auch hier eine durch das Wagengewicht angezogene selbsttätige Klemme, die das Seil von oben her umfaßt, wie Fig. 203 andeutet. Man kann bei Benutzung eines solchen Kupplungsapparates Streckenverhältnisse überwinden, wie die in Fig. 205 gezeigten, deren Höhen der Deutlichkeit halber im 3,7-fachen Maßstab der Längen aufgetragen sind. Es ist das Profil einer für die Omine Naval Briquette Factory in Japan gebauten Anlage für 10 t/Std. Förderleistung, die noch dadurch ausgezeichnet ist, daß der die Nutzlast bringende Seilstrang tiefer nach einem Füllrumpf heruntergezogen ist, in den die Kohle selbsttätig abgestürzt wird.

III. Konstruktionseinzelheiten.

1. Die Seile.

Wie schon in dem einleitenden Abschnitt erwähnt wurde, wählt man als Laufbahn, je nach der Größe des Raddruckes und der Menge der stündlich zu befördernden Wagen, Seile verschiedener Konstruktion. Immer sind es grobdrähtige Spiralseile, so genannt, weil die einzelnen Drähte nach einer einfachen Schraubenlinie gebogen sind, die ja im gewöhnlichen Leben durchweg als Spirale bezeichnet wird.

Die ältesten Laufseile sind die „offenen Seile" nach Fig. 17. Sie wurden zuerst aus Stahldrähten von 5500—6000 kg/qcm Zerreißfestigkeit hergestellt. Da jedoch die Berührungsfläche zwischen Rad und Draht der punktförmigen sehr nahe kommt, so werden diese weichen Drähte bei größeren Raddrücken ziemlich schnell abgenutzt und verquetscht, so daß man jetzt fast allgemein gehärtete Drähte aus Tiegelgußstahl von 12 000 und oft 14 000—15 000 kg/qcm Zerreißfestigkeit nimmt.

Für kleinere Einzellasten, besonders für die Leerseite der Seilbahn genügt ein neunzehndrähtiges Seil, das über dem Kerndraht eine Lage von 6 und darüber eine zweite von 12 Drähten besitzt und welches in Stärken bis 30 mm Durchmesser bei 3—6 mm Drahtdurchmesser laufend hergestellt wird. Bei größeren Lasten wird meist die 37drähtige Konstruktion gewählt, die noch eine Außenlage von 18 Drähten enthält und laufend von 27—42 mm Durchmesser geliefert wird. Das in Fig. 17 dargestellte Seil enthält über dem 19drähtigen Kern eine Lage von nur 14 entsprechend stärkeren Drähten, was den Vorteil bietet, daß die dem Raddruck direkt ausgesetzten Drähte dicker sind und demnach nicht so leicht bis zum Verschleiß abgenutzt werden können. Natürlich ist bei gleichem Durchmesser sein Querschnitt geringer als der eines 37drähtigen Seiles.

Die Drähte des „offenen Seiles" dürfen keine Löt- oder Schweißstellen enthalten, deren Festigkeit ja immer geringer ist, als die der benachbarten Drahtteile. Denn reißt einmal eine solche Stelle, so wickeln sich die beiden Enden des harten und völlig frei liegenden Drahtes auf mehrere Meter Länge ab und stören dann unter Umständen den Betrieb der Bahn ganz erheblich. Die Seile werden deshalb in ganz bestimmten Längen angeliefert, die sich daraus ermitteln, daß das Gesamtgewicht eines einzigen zusammenhängenden Drahtes etwa 50 kg nicht über-

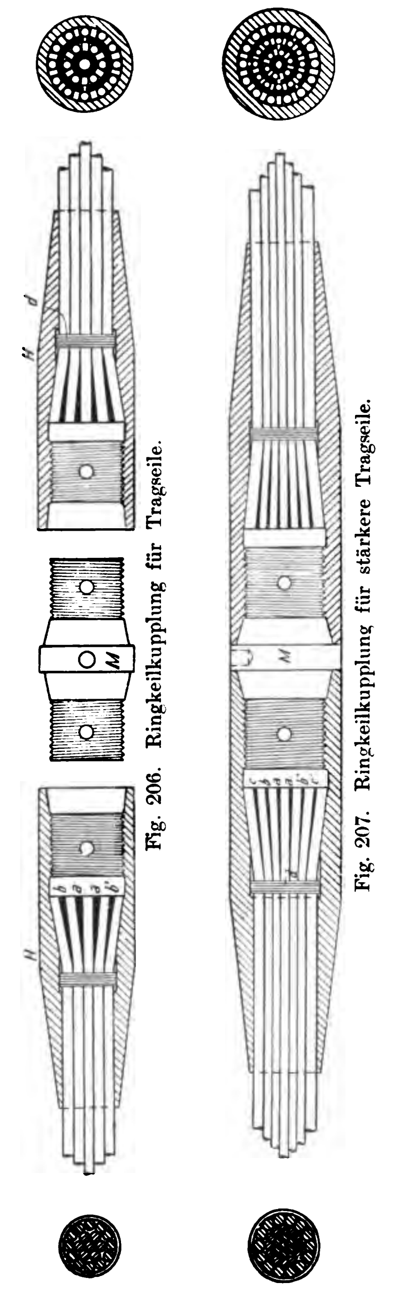


Fig. 206. Ringkeilkupplung für Tragseile.

Fig. 207. Ringkeilkupplung für stärkere Tragseile.

schreitet. Eine weitere Eigentümlichkeit der offenen Seile ist die, daß sie häufige und kräftige Schmierung verlangen, weil sonst das Regenwasser mit Leichtigkeit bis ins Innere des Seiles eindringen könnte.

Alle diese Übelstände werden durch die verschlossenen Seile nach Fig. 18 behoben. Ihr Hauptmerkmal bilden die S-förmigen Profildrähte der äußeren Schicht, unter der sich noch eine Lage Keildrähte befindet, die einen recht dichten Verschluß gegen das aus Runddrähten bestehende Seilinnere gewährt. Bei gleichem äußeren Durchmesser besitzen diese Seile einen wesentlich größeren Drahtquerschnitt als die offenen: im Mittel gilt hier $F = 0{,}685\ D^2$, gegenüber $F = 0{,}598\ D^2$ bei den 19drähtigen und $F = 0{,}592\ D^2$ bei den 37drähtigen offenen Seilen. Allerdings ist es wegen der verwickelteren Form der Drähte nicht möglich, sie aus so hartem Material zu ziehen wie Runddrähte. Die Seile werden deshalb nur in der weichen Qualität mit 5500—6000 kg/qcm Zerreißfestigkeit geliefert — freilich in dieser Qualität selten benutzt — und aus Gußstahldraht von 9000—10000 kg/qcm, sowie 12 000 kg/qcm Zerreißfestigkeit. Man verwendet jetzt die verschlossenen Seile fast allgemein für die beladene Bahnseite, wenn die Größe der Nutzlast über 300 kg hinausgeht, oder wenn bei kleineren Lasten die Wagen dicht aufeinander folgen. Bei scharfen Übergängen der Bahnlinie über Bergkuppen, wo der Zugseildruck den Raddruck unter Umständen ganz bedeutend erhöht, werden ausschließlich Seile mit glatter Oberfläche ge-

nommen, wenn man nicht den Übergang aus festen Hängebahnschienen herstellt.

Die einzelnen angelieferten Seilabschnitte müssen nun durch Muffenkuppelungen miteinander verbunden werden, deren Hülsen aus Gußstahl bestehen, damit die Laufbahn an der Verbindungsstelle so wenig als möglich verdickt wird. Bei den Ausführungen der meisten Firmen werden die einzelnen Drähte des Seiles, nachdem die Muffenhälfte darüber geschoben ist, auseinandergezogen und gereinigt, worauf die in einem Schmiedefeuer angewärmte Muffe mit einer harten Metallkompo-



Fig. 208. Zugseil in Kreuzschlag.

sition ausgegossen wird. Adolf Bleichert & Co. vermeiden das auf der Baustelle recht lästige Eingießen der Komposition, indem sie die einzelnen in einem Kreis liegenden Drähte des Seiles gegen die Muffenwand durch ringförmige Stahlkeile drücken, die zwei- bzw. bei stärkerem Durchmesser mehrteilig sind. Die Fig. 206 und 207 zeigen zwei derartige Ausführungen, deren erstere die Konstruktion für ein Seil mit zwei Drahtlagen über dem Kern wiedergibt, während die zweite dieselbe für ein Seil mit drei Drahtlagen veranschaulicht. Beide Muffenhälften *H* werden durch ein Schraubstück *M* fest miteinander verbunden und noch durch eingetriebene Dorne gesichert. Gegenüber den mit Weißmetall



Fig. 209. Zugseil in Längsschlag.

ausgegossenen Kupplungen hat die Bleichertsche Konstruktion den großen Vorzug, daß keine Erwärmung von Muffen und Seilenden auf der Baustelle nötig ist, die leicht zu weit getrieben werden kann und dann zum Ausglühen der Drähte und zu einer Verringerung ihrer Festigkeit führt, oder die auch zu gering bleibt, so daß die Komposition leere Zwischenräume läßt, die die Festigkeit der Verbindung sehr gefährden. Vor allen Dingen aber ist es ausgeschlossen, daß Säurereste im Seil zurückbleiben, die die Zerstörung der Drähte herbeiführen können.

Als Zugseile werden allgemein Litzenseile verwendet. Während jedoch bei den für Aufzüge, Krane u. dgl. gewöhnlich gebrauchten Seilen „im Kreuzschlag" der Drall der Litzen entgegengesetzt dem der einzelnen Drähte verläuft, Fig. 208, weil die Seile bei dieser Ausführung

etwas biegsamer sind und sich unter der Last weniger leicht aufdrehen, wird im Seilbahnbau der „Längsschlag“ mit gleichlaufendem Drall vorgezogen, Fig. 209, der nach dem Erfinder auch als Albertschlag bezeichnet wird. Die Seile der letzteren Konstruktion besitzen eine wesentlich glattere Oberfläche, so daß sie unter dem Angriff der Wagenkupplungen weniger leiden und ihrerseits den Lederbelag der Antriebsseilscheiben mehr schonen.

Das Material der Zugseile ist ausschließlich gehärteter Gußstahldraht mit 12 000, meist 15 000, oder auch 18 000 kg/qcm Zerreißfestigkeit. Gewöhnlich werden 42drähtige Seile benutzt aus 6 über einer Hanfseele geschlagenen Litzen von dem aus Fig. 208 ersichtlichen Querschnitt. Nur in besonderen Fällen wählt man die durch Fig. 209 veranschaulichten 72drähtigen Seile, deren Litzenkern wieder aus 6 Drähten besteht. Für die ersteren Seile ergibt sich der tatsächliche Drahtquerschnitt i. M. zu $F = 0{,}50\ D^2$, solange die Seile neu und ungereckt sind. Im Betriebe verlängert sich das Seil dadurch, daß die Drahtlitzen sich immer mehr in die Hanfseele hineindrücken, wobei der Durchmesser des Seiles unter Umständen um mehrere Millimeter abnimmt. Die einzelnen Zugseilstücke werden miteinander durch Spleißung verbunden.

2. Die Berechnung der Seilspannkräfte und -Durchhänge.

Das schwere, im übrigen vorläufig leer angenommene Seil hängt zwischen seinen Unterstützungen nach einer Kettenlinie durch, die jedoch, da der Durchhang im Verhältnis zur Spannweite immer klein bleibt, ohne einen selbst bei den größten praktischen Ausführungen mehr als 1 v. H. des ganzen Durchhanges betragenden Fehler durch eine Parabel ersetzt werden kann.

Bezeichnet:

S die an einer beliebigen Stelle des Seiles auftretende Spannkraft in kg,
H die wagerechte Komponente dieser Spannkraft in kg,
F den Materialquerschnitt des Seiles in qcm,
K_z die Zerreißfestigkeit des Seilmateriales in kg/qcm,
$\mathfrak{S}$ den Sicherheitsgrad, der an der Stelle der größten Spannkraft S_{max} noch besteht,
q das Gewicht des Seiles in kg/m,
γ das Einheitsgewicht des Drahtmateriales in kg/cdm,
ξ den Verseilungsfaktor, der angibt, wieviel länger die verwendeten Drähte sind als das daraus gefertigte Seil,
l den direkten Abstand zweier Stützpunkte in m,
a den wagerechten Abstand zweier Stützpunkte in m,

b den senkrechten Abstand zweier Stützpunkte in m,
y die Höhe der betreffenden Seilstelle über der Nullachse der Kettenlinie in m,

so gilt für die Kettenlinie

$$S = q \cdot y.$$

Ferner bestehen die Beziehungen

$$\mathfrak{S} \cdot S_{\max} = F \cdot K_z \quad \text{und} \quad 10\,q = F \cdot \gamma \cdot \xi,$$

und durch Verbindung beider erhält man

$$\mathfrak{S} \cdot S_{\max} = q \cdot \frac{10 K_z}{\gamma \xi}.$$

Nun bezeichnet $\frac{10 K_z}{\gamma \xi} = R$ eine in Metern gemessene Länge, diejenige, die das senkrecht herabhängende Seil haben müßte, um infolge seines Eigengewichtes an der oberen Befestigungsstelle zu zerreißen, die sogenannte Reißlänge.

Da diese Länge nur von Zahlen abhängig ist, die die Konstruktion des Seiles und das Drahtmaterial betreffen, so ist die Reißlänge für alle Seile von gleicher Konstruktion und Materialbeschaffenheit dieselbe, die in der folgenden Übersicht für die im vorstehenden Abschnitt beschriebenen Seile zusammengestellt ist.

Konstruktion der Seile	Zerreißfestigkeit K_z	Verseilungsfaktor ξ	Reißlänge R
Offene Seile	6 000 kg/qcm 12 000 kg/qcm 14 500 kg/qcm	1,073	7 120 m 14 230 m 17 200 m
Verschlossene Seile mit einer Lage Keildrähte	5 700 kg/qcm 9 500 kg/qcm 12 000 kg/qcm	1,11	6 540 m 10 900 m 13 780 m
Verschlossene Seile mit Runddrähten im Innern	5 700 kg/qcm 9 500 kg/qcm	1,08	6 720 m 11 200 m
Halbverschlossene Seile	9 500 kg/qcm 12 000 kg/qcm	1,14 (20—27 mm ⌀) 1,10 (28—40 mm ⌀)	10 610 & 10 990 m 13 400 & 13 900 m
Litzenseile 6 Litzen von je 7 Drähten 6 Litzen von je 12 Drähten	12 000 kg/qcm 15 000 kg/qcm 18 000 kg/qcm	1,23 1,22	12 420 & 12 530 m 15 520 & 15 670 m 18 620 & 18 800 m

Wird noch beachtet, daß die Form der Kettenlinie nur von dem Abstand des Scheitelpunktes von der Achse abhängt, so folgt aus der Verbindung der beiden Gleichungen $S = q \cdot y$ und $S_{\max} = \frac{q \cdot R}{\mathfrak{S}}$, daß

bei gleichem Sicherheitsgrad und derselben Lage der Endpunkte die Kettenlinie für alle Seile gleicher Konstruktion und gleichen Materials dieselbe Form hat.

Ihre Länge ist selbst bei großen freien Spannweiten und tiefen Durchhängen von dem direkten Abstand l der Stützpunkte so wenig verschieden, daß die Seillänge hier ohne weiteres gleich l gesetzt werden kann. Sie wird übrigens durch die elastische Verlängerung des Seiles unter der großen Spannkraft mehr als ausgeglichen. Dann ergibt eine einfache Rechnung den senkrechten Durchhang des leeren Seiles in der Mitte zu

$$f_1 = \frac{1}{8}\,\frac{q}{H}\,\frac{l}{a}\,a^2.$$

Hierin ist einzusetzen $H = S_{\max} - q \cdot b$, so daß folgt

$$f_1 = \frac{1}{8}\,\frac{l\,a}{\frac{R}{\mathfrak{S}} - b}.$$

Diese Formel vereinfacht sich noch erheblich, wenn der senkrechte Stützenabstand b im Verhältnis zum wagerechten a klein ist, so daß $l \backsim a$ gesetzt werden kann, da dann auch b gegenüber $\frac{R}{\mathfrak{S}}$ verschwindet, und man erhält in dem Falle

$$f_1 = \frac{a^2 \cdot \mathfrak{S}}{8\,R}.$$

Da das Tragseil bei allen größeren Ausführungen nur an einem Endpunkt festgemacht wird, so vergrößern die daran hängenden Wagen noch den so berechneten Durchhang. Bewegt sich z. B. eine einzige Einzellast P kg darüber, so erhält das jetzt als gewichtslos gedachte Seil an der Angriffsstelle der Last einen Knick — wenigstens in der Vereinfachung der ersten Annäherung — und weicht dort am meisten von der geraden Verbindungslinie der Stützpunkte ab. Eine einfache Rechnung ergibt dann, daß der Weg der Last ebenfalls eine Parabel ist, deren Gesamtdurchhang beträgt

$$f = f_1\left(1 + \frac{2\,P}{q\,l}\right).$$

Befinden sich i Wagen vom Einzelgewicht P_0 kg im gleichmäßigen Abstand c auf dem fraglichen Seilabschnitt von der wagerecht gemessenen Länge a, so ergibt sich der Durchhang der Lastwegparabel aus derselben Formel, wenn nur gesetzt wird

$$P = P_0\left[i - \frac{c}{2\,a}(i^2 - 1)\right].$$

Die durch den Raddruck $\frac{1}{2}P$ hervorgerufene Biegungsbeanspruchung eines Drahtes des Seiles wird durch das Verhältnis $\frac{\frac{1}{2}P}{\sqrt{S}}$ des Raddruckes

zur Quadratwurzel der im Seil herrschenden Längsspannkraft mitbestimmt, so daß die eine recht erhebliche Rolle spielende Biegungsspannung um so kleiner ausfällt, je größer S gewählt wird. Aus dem Grunde geht man jetzt, wo häufig schwere Einzellasten transportiert werden, mit der Bruchsicherheit weiter herunter als früher, wo man noch nicht die harten Drähte verwendete, deren Elastizitätsgrenze, unter der die Gesamtbeanspruchung unter allen Umständen bleiben muß, etwa $^3/_4$ der Zerreißfestigkeit beträgt, während sie bei den weichen Drähten knapp die Hälfte erreichte. Bei den ganz weichen Seilen von $K_z = 6000$ kg/qcm ging man nicht unter $\mathfrak{S} = 6$ herab, bei $K_z = 9500$ kg/qcm gilt als gebräuchlichster Mittelwert $\mathfrak{S} = 5$, bei $K_z = 12\,000$ kg/qcm wählt man vielfach $\mathfrak{S} = 4{,}5$ und bei noch höherer Festigkeit des Materiales — $K_z = 14\,500$ kg/qcm — kann man die Sicherheit auf die vierfache erniedrigen. In einzelnen Fällen ist man noch weiter heruntergegangen, in anderen auch wieder darüber geblieben, je nachdem spezielle Gründe anderer Natur vorlagen.

Die Stärke der Tragseile wird auf Grund vielfacher Erfahrung bestimmt; hierbei ist einerseits die Gesamtbelastung — einschließlich des Zugseilsgewichtes — zu berücksichtigen, die auf die Räder eines Wagens entfällt, und andererseits die Stunden- und Jahresleistung der Anlage und deren voraussichtliche Gesamtbetriebsdauer. Endlich kommt auch die Anzahl der Räder in Betracht, auf welche die Last verteilt wird (einfache oder Doppelgehänge, bzw. zwei- oder vierrädrige Laufwerke).

Für die Berechnung des Zugseiles gelten folgende Bezeichnungen:

L die in der Steigung gemessene Länge der Bahnlinie in m,
l die wagerechte Projektion der Bahnlänge in m,
h der Höhenunterschied der beiden Endpunkte in m,
Q die stündliche Förderleistung der Anlage in t,
p das Gewicht eines leeren Wagens in kg,
P das Gewicht der Wagenbelastung in kg,
n die Anzahl der auf einer Seite befindlichen Wagen,
S die auf der Seite der vollen Wagen unten im Zugseil herrschende Spannkraft in kg,
S_1 dieselben oben,
S' und S_1' die entsprechenden Spannkräfte auf der Seite der leeren Wagen,
μ die Widerstandsziffer der Wagen, die je nach der Schmierung und Unterhaltung zwischen $^1/_{70}$ und $^1/_{100}$ liegt,
γ den Neigungswinkel zwischen L und l,
v die Fahrtgeschwindigkeit in m/sek.

Nun wird die Last, die sich um das zugehörige Zugseilgewicht noch erhöht, nach Fig. 210 zerlegt in eine Komponente parallel zu L, die die

Spannung entsprechend vergrößert, und eine senkrecht dazu gerichtete, die den Bewegungswiderstand hervorruft. Man erhält so

$$S_1 = S + [q\,L + n\,(p + P)] \cdot (\sin\gamma + \mu \cos\gamma)$$

bei Aufwärtsbeförderung, während bei Abwärtsförderung μ negativ zu rechnen ist. Ebenso wird

$$S_1' = S' + [q\,L + n\,p] \cdot (\sin\gamma + \mu \cos\gamma)\,.$$

Die Anzahl der auf der Strecke nötigen Wagen bestimmt sich aus

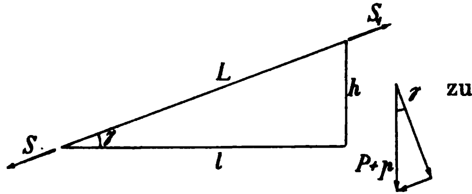


Fig. 210.

$$n\,P\,v = \frac{1000\,Q \cdot L}{3600}$$

zu

$$n = \frac{0{,}278\,L\,Q}{P\,v}\,.$$

Wird dies in die obige Gleichung eingesetzt, so folgt nach einigen einfachen Umformungen der Winkelfunktionen

$$S_1 = S + Q \cdot l \left[\frac{q}{Q} + \frac{0{,}278}{v}\left(1 + \frac{p}{P}\right)\right] \cdot \left(\frac{h}{l} \pm \mu\right),$$

wobei das positive Zeichen von μ für die Förderung nach aufwärts und das negative für die Förderung nach abwärts gilt.

Für die Leerseite ist dieselbe Gleichung zu benutzen, nur fällt der Summand 1 der die Einzellasten enthaltenden Klammer fort, falls dort nicht auch Lasten P' zurückbefördert werden.

Die dann zutreffende Abänderung für den allgemeinen Fall, daß auf der einen Seite die Menge Q t stündlich in Wagen von der Belastung P kg und dem Eigengewicht p kg zu fördern sind, während auf der Gegenseite Q' t stündlich in Wagen vom Fassungsvermögen P' und dem Eigengewicht p' kg befördert werden, lautet

$$S_1 = S + Q\,l \cdot \left[\frac{q}{Q} + \frac{0{,}278}{v}\left(1 + \frac{p}{P} + \frac{Q'}{Q} \cdot \frac{p'}{P'}\right)\right] \cdot \left(\frac{h}{l} \pm \mu\right)$$

und

$$S_1' = S' + Q'\,l \cdot \left[\frac{q}{Q'} + \frac{0{,}278}{v}\left(1 + \frac{p'}{P'} + \frac{Q}{Q'} \cdot \frac{p}{P}\right)\right] \cdot \left(\frac{h}{l} \pm \mu\right).$$

Erfolgt wie gewöhnlich die Rückförderung in einigen der sonst leer zurückgehenden Wagen vom Gewicht p kg, so fällt in der ersten Gleichung das dritte Glied der Klammer fort, während die zweite Gleichung unverändert bleibt.

Vorausgesetzt ist hierbei, daß das Zugseil fast durchweg von den Wagen getragen wird, und keine steilen Bergkuppen von der Bahn über-

schritten werden, auf welchen das Zugseil einen mitunter bedeutenden Mehrdruck auf die Wagen bezw. Tragrollen ausübt, dessen Berücksichtigung die gegebenen Formeln ziemlich verlängert. Wird der einfachen Übersicht wegen davon abgesehen, so liefern die vorstehenden Gleichungen direkt den Spannungsunterschied zwischen den beiden Endstationen, gleichgültig ob und wieviel Gefällwechsel dazwischenliegen.

Die zum Antrieb erforderliche Leistung berechnet sich zu

$$N = \frac{v}{75}(S_1 - S'_1) \text{ PS.}$$

Setzt man hierin die vorstehenden Formeln für S_1 und S'_1 ein, so folgt schließlich nach einigen Umformungen

$$270\,N = h \cdot (Q - Q') + \left[7{,}2\,q\,v + Q\left(1 + \frac{2\,p}{P}\right) + Q'\left(1 + \frac{2\,p'}{P'}\right)\right]\mu\,l,$$

wobei wieder der Einfluß des Überganges über Bergkuppen oder durch Winkelstationen beiseite gelassen ist.

Wird hauptsächlich nach unten gefördert, so daß Q' als Hauptförderleistung der Bahn gilt, so fällt N häufig negativ aus. Die Bahn geht dann selbsttätig und die errechnete Leistung ist abzubremsen.

Zwischen den an der Antriebsscheibe angreifenden Kräften S_1 und S'_1 besteht nun die für die Seilreibung auf der Scheibe geltende Beziehung $S_1 = S'_1 \cdot e^{\mu' \alpha}$, worin μ' die Reibungsziffer zwischen Seil und Scheibe ist und α der vom Seil auf der Scheibe umspannte Winkel in Bogenmaß.

Damit eine möglichst große Kraft übertragen werden kann, werden die Antriebsscheiben fast stets mit Hirnleder ausgelegt, für das nach den allerdings nur an Flachseilen durchgeführten Versuchen von Köttgen bei feuchter Scheibe und in gewöhnlicher Weise geschmiertem Seil die Reibungsziffer $\mu' = 0{,}16$ zu setzen ist.

Bei kurzen Bahnen, auf welchen nur geringe Lasten befördert werden, umschlingt das Zugseil die Scheibe zur Hälfte und mit $\alpha \backsim \pi$ folgt aus der Hauptformel $\frac{S_1}{S'_1} = 1{,}65$ als größtes zulässiges Verhältnis der Spannkräfte. Die Anzahl der PS, die hierbei übertragen werden können, beträgt

$$N_{\max} = \frac{5{,}3}{1000} \cdot S_1 v.$$

Bei größeren Anlagen ist diese Leistung nicht ausreichend, weshalb der Umfassungswinkel durch die in Fig. 232 wiedergebene Anordnung einer losen vorgelegten Scheibe auf etwa $2{,}75\,\pi$ vergrößert wird. Man erhält dann als größtes zulässiges Verhältnis der beiden Seilspannkräfte $\frac{S'}{S'_1} = 4$ und damit als größte mit Sicherheit auf das Seil übertragene Leistung

$$N_{\max} = \frac{1}{100} \cdot S_1 v.$$

Wenn sehr große Antriebs- und Bremsleistungen erforderlich werden, so wird die Antriebsscheibe mit 3 oder mehr Rillen versehen und die vorgelegten Scheiben entsprechend ausgebildet.

Bei den praktischen Ausführungen bleibt man allerdings, um völlig sicher zu gehen, noch um etwa 20 v. H. von den genannten Grenzwerten entfernt.

3. Die Linienführung.

Bevor an die Konstruktion und genaue Kostenberechnung einer Drahtseilbahn herangetreten werden kann, muß erst die Linienführung bis ins Einzelne festgelegt sein.

Bei kürzeren Bahnen ist sie im allgemeinen einfach, denn wenn die Endpunkte gewählt sind — und sie pflegen sich in solchen Fällen aus den örtlichen Verhältnissen von selbst zu ergeben —, so sind beide nur durch eine gerade Linie zu verbinden. Man muß dann noch feststellen, welche fremden Grundstücke überschritten werden und hat gegebenenfalls mit den Eigentümern ein Pachtabkommen zu treffen. In vertikaler Richtung ergeben sich selten Schwierigkeiten, da die Drahtseilbahn sich vor jedem anderen Transportmittel dem gegebenen Gelände am besten anpaßt. Ein Beispiel dafür, wie die Tragseile sich dem Bodenprofil in einem gleichmäßigen Kurvenzug anschließen, gibt z. B. die Fig. 82 wieder.

Ein ähnliches Profil zeigt Fig. 211 für eine längere Bahn, die zwei Erhebungen von rund 50—60 m Höhe und ein dazwischen liegendes Tal von insgesamt 1,5 km Breite überschreitet und die dazu dient, in gerader Linie Kalisalze von der am Schacht gelegenen Mühle zur Chlorkaliumfabrik zu schaffen. Ein charakteristisches Beispiel für die Linienführung einer normalen Bahn von ziemlich großer Länge bildet das durch Fig. 212 dargestellte Profil der für die Gewerkschaft Heiligenroda gebauten Anlage, deren Linie weder durch das zwischen den Endstationen liegende Gebirge noch durch Schluchten, Straßen oder Wasserläufe gestört wird.

Ergeben sich bei den Verhandlungen mit den Grundbesitzern Schwierigkeiten, so wird man entweder, wenn dies auf Grund des Berggesetzes möglich ist, zur Enteignung schreiten oder die Linie um das fragliche Grundstück herumführen. Einen Beleg für den letzteren Fall bietet die Hüttenroder Kalkbahn (Fig. 68) deren Winkelstation nur deshalb nötig wurde, weil die Besitzer der in der geraden Verbindungslinie der Stationen gelegenen Grundstücke unannehmbare Forderungen stellten und weil den Kalkwerken nicht das den Bergwerken vorbehaltene Enteignungsrecht zustand. Eine derartige Lösung bringt in den meisten Fällen keine Erschwerung oder Verteuerung des Betriebes mit sich, da man die Kurve der Winkelstation bei geeigneten Einrichtungen, ohne daß dort Personal

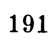


Fig. 211. Längsprofil der Drahtseilbahn Dietlas-Dorndorf.

Fig. 212. Längsprofil der Drahtseilbahn Heiligenroda.

vorhanden ist, selbsttätig durchfahren kann; freilich werden die Anlagekosten um den Preis der Beschaffung der Winkelstation höher.

Wenn der Ablenkungswinkel sehr klein ist und auf der Strecke schwere Wagen in dichter Folge hintereinander verkehren, kann wohl einmal eine Kurve in die freie Strecke eingelegt werden. So enthält z. B. die auf S. 86 beschriebene Seilbahn zwischen den Zechen Schleswig und Courl bei Dortmund eine solche Kurve von allerdings 10 km Halbmesser bei einem Ablenkungswinkel von 18°. Jedoch sind die Anwendungsmöglichkeiten derartiger Kurven ziemlich geringe und im allgemeinen ist bei Ablenkung in wagerechter Ebene immer eine besondere Winkelstation einzubauen.

Bei besonders unebenem Gelände ist die gerade Richtung der Drahtseilbahn bisweilen technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft, beispielsweise dann, wenn in der direkten Verbindung der Endstationen ein höherer Berggipfel liegt, der sich durch Einschalten einer Winkelstation umgehen läßt, oder wenn in der Geraden sehr große Spannweiten erforderlich würden. Man erhält durch eine solche Umgehung der Hindernisse unter Umständen weit geringere Steigungen in der Trasse und daraus folgend kleinere Beanspruchungen des Zugseiles und des Antriebes, also mindestens eine im Betriebe billigere Anlage. Bisweilen können die Ersparnisse an Gründungen, Montage und dem bequemeren Transport der Baumaterialien soviel ausmachen, daß sich trotz der Mehrkosten für die Winkelstation im ganzen eine billigere Linienführung ergibt. Ein Beispiel hierfür bildet das in Fig. 44 dargestellte Längsprofil der ostafrikanischen Drahtseilbahn der Firma Wilkins & Wiese. Würde man hier die Linie von der Beladestation aus in gerader Richtung bis nach der Endstation durchgeführt haben, so hätte man die vorteilhaften Stützpunkte bei den Winkelstationen I und II, vgl. die Figuren 43, 251 und 252, aufgeben müssen, und es wäre dann eine freie Spannweite von mehr als 2 km Länge nötig geworden, die ganz außerordentliche Maßnahmen bedingt hätte.

Das Profil zeigt ferner, daß Schluchten und Täler von nicht zu großer Breite noch verhältnismäßig geringe Schwierigkeiten machen; sie werden einfach in einer großen Spannweite überbrückt, die z. B. unterhalb der Winkelstation II 900 m beträgt. In einem derartig zerklüfteten Gebiet richtet sich naturgemäß die Stützentfernung und Anordnung allein und ausschließlich nach dem Gelände. Nun hängt beispielsweise ein verschlossenes Tragseil bei der gebräuchlichen Anspannung auf 900 m Länge zwischen den auf gleicher Höhe angenommenen Stützen allein infolge seines Eigengewichtes um 44 m durch und das verhältnismäßig lose angespannte Zugseil reicht zwischen den einzelnen Wagen noch weiter herunter, so daß große Spannweiten nur bei hinreichend tiefen Geländeeinschnitten ausführbar sind. Um flache Täler sicher und vorteilhaft

zu überschreiten, müssen deshalb häufig an den Anfang der Spannweite recht hohe Stützen angeordnet werden, wie z. B. bei Kilometer 2 der Fig. 44 eine solche von 32 m Höhe.

Wesentlich schwieriger ist der Übergang über schmale Bergkämme usw. Dort drängen sich, wie die Fig. 44 an mehreren Stellen erkennen läßt, die Stützen dicht zusammen, weil man zur Schonung des Tragseiles auf einer Stütze keine größeren Ablenkungen als etwa 1 : 10 zulassen kann. Nach der Richtung besonders lehrreich sind die in Fig. 48 wiedergegebenen Profile der chinesischen Kohletransportbahnen. Einzelne schroff ansteigende Spitzen müssen bisweilen wie im Fall einer Eisenbahn durchschnitten werden, wenn auch immer nur auf kurzer Länge, wie z. B. in Fig. 44 bei Kilometer 3. Ebenso wird der Übergang über Bergkuppen durch einen Einschnitt so schlank gestaltet, wie es für die Erhaltung der Tragseile nötig ist, die von schroffen Gefällwechseln am ärgsten gefährdet wird. Ganz spitze Bergkämme werden deshalb am vorteilhaftesten und billigsten mit einem Tunnel durchquert, was z. B. die Fig. 36 und 53 zeigen.

Besondere Eigentümlichkeiten weisen noch die Bahnen von sehr großer Länge auf. Wollte man hier das Zugseil in einem ununterbrochenen Strang durchführen, so müßte es unbequem starke Abmessungen erhalten, um den im oberen Teil der Strecke auftretenden Beanspruchungen gewachsen zu sein, während es in den tiefergelegenen Teilen der Bahn nur gering beansprucht wäre und infolgedessen sehr weit durchhängen würde. Aus dem Grunde pflegt man sogar im ebenen Gelände mit einer einzigen Zugseilstrecke nicht gern über 10 km hinauszugehen und bleibt gewöhnlich noch darunter. Bei mehreren Zugseilstrecken ist es aber ganz gleichgültig, ob die einzelnen Strecken in derselben Richtung oder unter einem beliebigen Winkel zusammenstoßen, und die Linie jeder Teilstrecke kann in der jeweilig vorteilhaftesten Richtung verlegt werden. So zeigt z. B. das Streckenbild der großen Drahtseilbahn im Cordillerengebirge, Fig. 52, eine Anzahl von Knickpunkten, wo die Wagen jedesmal von einer Strecke auf die andere über Hängebahnschienen von Hand geschoben werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der ostafrikanischen Bahn nach Fig. 44. Natürlich wird der Durchmesser des Zugseiles für jede Strecke nach der ihm zukommenden Höchstbelastung gewählt. Allerdings muß bemerkt werden, daß diese wirtschaftlich günstigste Bemessung der Zugseile nur dann möglich ist, wenn der am Wagen befindliche Kupplungsapparat imstande ist, Seile von zum Teil stark abweichendem Durchmesser mit der gleichen Sicherheit zu greifen. Dieser Forderung entsprechen zurzeit nur die durch das Eigengewicht des Wagenkastens betätigten Hebelklemmapparate, deren Schema in der Bleichertschen Ausführung Fig. 30 veranschaulicht, während dagegen die Schraubklemmapparate wegen

ihres notwendigerweise geringen Spieles ein Zugseil von überall gleicher Stärke verlangen.

Die angeführten Beispiele lassen erkennen, daß fast in allen Fällen das geschulte Auge und die Erfahrung des Spezialfachmannes dazu gehört, um diejenige Linienführung herauszufinden, die im gegebenen Fall unter Berücksichtigung aller Verhältnisse die geringsten Baukosten und den billigsten Betrieb gewährleistet, wobei auch die etwaige Kreuzung von Eisenbahnen, Straßen und Flüssen eine gewisse Rolle spielt. In Gegenden, deren Bodengestaltung kartographisch mit hinreichender Genauigkeit festgestellt ist, wird man häufig ein oder mehrere Projekte auf Grund der Generalstabskarten und Katasterpläne ausarbeiten, um die beste Linie angeben zu können, die dann von einem Geometer genau vermessen wird, während in Ländern, wo derartige Aufnahmen nicht vorliegen, die Auswahl der Trasse und Absteckung der Linie durch an Ort und Stelle vorzunehmende Vorarbeiten zweckmäßig einem Fachmann bzw. der ausführenden Firma überlassen wird.

4. Die Stützen und Tragseilspannvorrichtungen.

Die Seile liegen in schwach gewölbten und gut geglätteten gußeisernen Auflagerschuhen nach Fig. 213 frei auf und können sich darin je nach der Belastung so verschieben, daß sich wohl der Durchhang ändert,

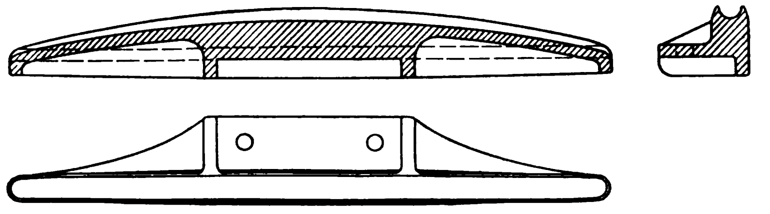


Fig. 213. Seilauflagerschuh.

aber ihre Zugbeanspruchung immer dieselbe bleibt. Die Länge der Auflagerschuhe ist abhängig von der vor der Stütze befindlichen Spannweite, damit die Krümmung des Seiles aus der Erhebung vor der Stütze in die dahinter folgende Senkung stetig und allmählich übergeht. Um diesen Übergang zu erleichtern, werden bisweilen nicht feste, sondern um einen Zapfen drehbare Auflagerschuhe verwendet, die sich unter dem Wagen nach der Seite der größeren Belastung einstellen. Für sie spricht außerdem noch die bequeme Montage, da die festen Stützlager ein sehr genaues Ausrichten durch den Monteur verlangen. Immer ist der Auflagerschuh so eingerichtet, daß die Auskehlung der Wagenräder auf den entsprechend geformten Außenflächen des Schuhes aufläuft, damit das Tragseil nicht von beiden Seiten Druck bekommt.

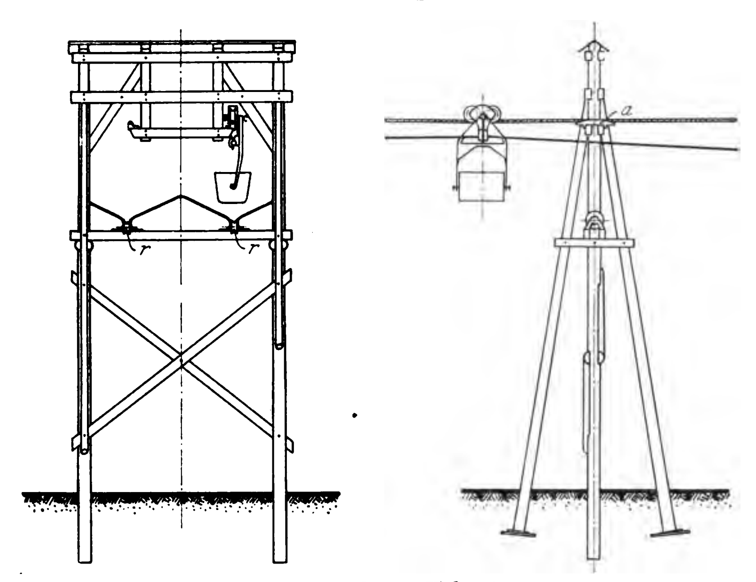


Fig. 214. Umbaute Holzstütze.

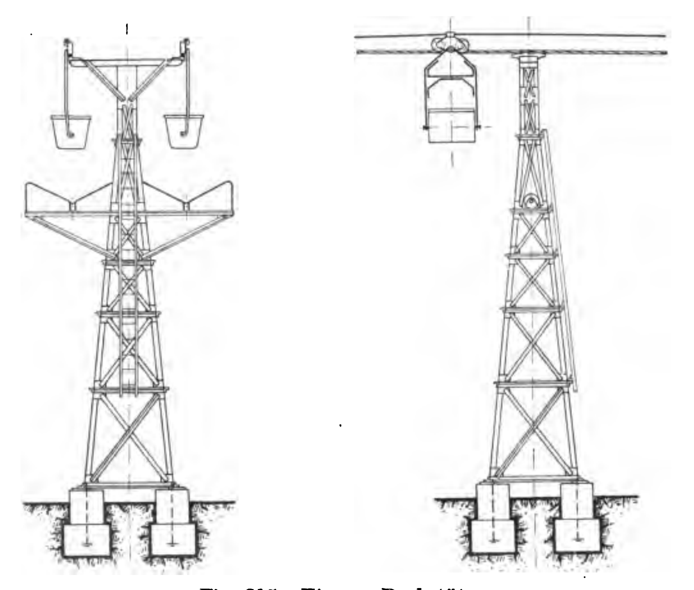


Fig. 215. Eiserne Bockstütze.

Auch das Zugseil bedarf der Lagerung und Führung auf den Stützen durch die gußeisernen Tragrollen, die nur ausnahmsweise einmal fehlen können. Vielfach wählt man schmale und leichte Tragrollen, die nach dem Verschleiß billig zu ersetzen sind, häufig jedoch auch breite, kräftig

gebaute Rollen, womöglich mit einer ringförmigen Einlage aus zähem Schmiedeeisen, die dann allein von Zeit zu Zeit zu erneuern ist. Diese billigen Tragrollen, bzw. Einlagen bilden das einzige Element der Drahtseilbahn, das stärkerem Verschleiß ausgesetzt ist, da man natürlich Wert darauf legt, das Zugseil nach Möglichkeit zu schonen.

Die Auflagerschuhe und Zugseiltragrollen werden auf den aus Holz oder Eisen hergestellten Stützen angebracht, deren gebräuchlichste Ausführungen schon die Fig. 20 und 21 veranschaulichten. Technische Darstellungen beider Formen geben die Fig. 214 und 215 wieder. Die Wahl des Materiales richtet sich meist nach den in der betreffenden Gegend dafür gezahlten Preisen und nach der voraussichtlichen Gebrauchsdauer der Bahn. Provisorische Anlagen zur Heranschaffung von Baumaterialien oder dgl. erhalten wohl immer hölzerne Stützen, ebenso herrschen sie in waldreichen Gegenden vor. Dagegen bilden in Industriegebieten die Bahnen mit eisernen Stützen die Regel, und Bergwerksunternehmungen, deren Erschöpfung in absehbarer Zeit nicht erwartet werden kann, verwenden fast stets eiserne Stützen, besonders dann, wenn die Bahnlänge eine größere ist. Tropische Länder, in welchen das Holz von den Termiten zerfressen wird, machen Eisenstützen zur Bedingung, und aus dem Grunde mußte z. B. die Holztransportbahn der Firma Wilkins & Wiese in Ostafrika gänzlich in Eisen konstruiert werden, obwohl dort geeignetes Bauholz in reichlicher Menge nahezu kostenlos vorhanden ist.



Fig. 216. Abheben eines Tragseiles von der Stütze.

Die Höhe der Stützen ist, falls die Bahn über angebautes Land, Straßen usw. hinweggeht, so zu bemessen, daß ein vollbeladener Erntewagen frei unter den Seilbahnwagen durchfahren kann. Hieraus folgt

unter den üblichen Verhältnissen bei Stützenabständen von 70—100 m eine Höhe der Auflagerschuhe über dem Erdboden von ungefähr 7—8 m. Allerdings kann diese Höhe nur auf ungefähr ebenem oder schwach welligem Gelände innegehalten werden. Die Kurve, in der die Stützpunkte eines sich nach unten durchsenkenden Seilstranges angeordnet werden müssen, kann ja nicht die Parabel sein, die das auf derselben Länge frei ausgespannte Seil annehmen würde, sondern muß einen geringeren Durchhang haben, damit sich das Tragseil nicht etwa bei einseitiger Belastung von der Stütze abhebt, wie das z. B. Fig. 216 nach einer englischen Ausführung zeigt, bei der ein Abfallen des Tragseiles nur durch vom Wagen angehobene Vorreiber verhindert wird. Es ergeben sich daraus bei tieferen Einschnitten wesentlich höhere Stützen, da man einerseits dafür sorgen muß, die freie Spannweite so weit zu verringern, daß der Seildurchhang, besonders bei schlaffem Zugseil, nicht bis auf den Grund des Tales herunterreicht, und andererseits auch den sich leicht vor einer großen, stark belasteten Spannweite bildenden Knick in der Seillinie auf das zuläßige Maß herunterbringen muß. So ist man gelegentlich gezwungen, Stützen bis zu 50 und 55 m Höhe auszuführen, wovon Fig. 217 eine bei einer spanischen Bahn vorkommende darstellt.



Fig. 217. 55 m hohe eiserne Stütze.

In gewissen Fällen ist eine Erniedrigung der Stütze dadurch möglich, daß nicht der gewöhnliche, das Seil oben frei lassende Auflagerschuh verwendet wird, sondern ein mit einer kurzen Überwurfkappe versehener, der das Seil unter Umständen bis auf die Freihangparabel herunterzieht. Fig. 218 gibt z. B. eine solche bei der ostafrikanischen Bahn benutzte Ausführung mit seitlich angeschraubten Stahllaufflächen wieder.

Bei Herstellung der Stützen in Holzkonstruktion werden die Hauptpfähle gewöhnlich etwa 1,5 m tief in das Erdreich eingegraben und



Fig. 218. Eiserne Stütze mit langem Tragschuh mit Querbügel.

fest umstampft. Bisweilen, namentlich in sumpfigem Gelände oder im Wasser, setzt man sie auch auf erhöhte Fundamente, um dadurch ihre Lebensdauer zu verlängern. Der Form nach unterscheidet man die umbaute Holzstütze (Fig. 20, 37, 67, 214), bei der in ein äußeres rahmenförmiges Joch ein mittlerer Tragpfosten eingebaut ist, und — weniger häufig angewendet — die Bockstütze nach Fig. 219 mit zwischen den beiden Tragschuhen stehendem Hauptgerüst. Beide Stützenformen können, wenn die wagerechten Kräfte, die sich hauptsächlich aus dem Winddruck und der Reibung zwischen Seil und Schuh zusammensetzen, nur gering sind, bedeutende Höhen erreichen und sind z. B. in

der Form der umbauten Stütze bis zu 50 m Höhe ausgeführt worden. Die Gesamtbeanspruchung der Stütze erfolgt in lotrechter Richtung durch das Gewicht der Seile, der darauf befindlichen Wagen mit ihren Lasten und ferner durch die senkrechte Komponente der Trag- und Zugseilspannkräfte, deren Größe in jedem Fall durch die Kräftezerlegung ermittelt werden muß; in wagerechter und zwar in die Bahnlinie fallender Richtung durch die Reibungskräfte, die die Bewegung der Tragseile in den Auflagerschuhen hervorruft, und quer zur Bahnlinie durch den auf die Seile und Wagen wirkenden Winddruck. Das Eigengewicht der Stütze und der auf sie selbst kommende Winddruck brauchen nur bei Ausführungen von großer Höhe Berücksichtigung zu finden.



Fig. 219. Hölzerne Bockstütze.



Fig. 220. Hölzerne Doppelstütze und umbaute Holzstützen.

Da die Hauptpfosten aus Rundholz bestehen, dessen Abmessungen nur innerhalb geringer Grenzen schwanken, so können bei stärkerer Ablenkung der Seile — also besonders vor längeren Spannweiten — die Dimensionen der gewöhnlichen einfachen Stütze nicht ausreichen und man muß dann zur Ausführung von Doppelstützen übergehen, wovon Fig. 220 eine umbaute Form im Vordergrunde zeigt. Eine Doppelstütze nach dem Bocksystem stellt z. B. Fig. 123 dar.

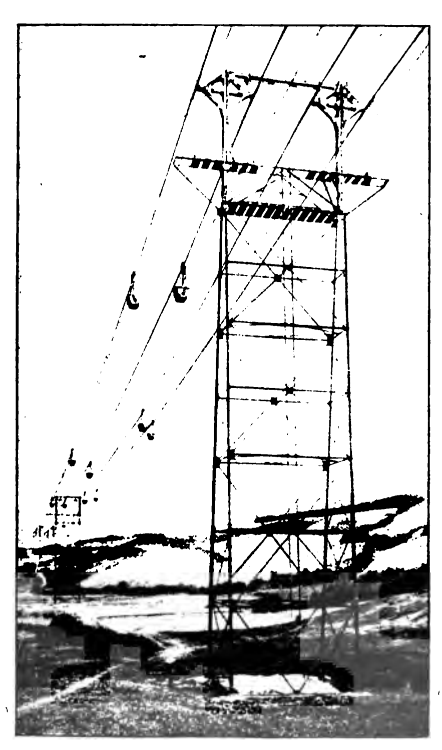


Fig. 221. Eiserne Stütze für Doppelbahnen.

Eiserne Stützen werden fast durchweg aus Winkeleisen zusammengenietet; ihre gebräuchlichste Form — andere kommen nur ausnahmsweise vor — gibt Fig. 21 wieder. Weitere Ansichten derselben Ausführung enthalten z. B. die Fig. 45, 60, 64, eine technische Darstellung bildet die Figur 215. Dieselbe Form wird, ohne daß sich irgendwelche Schwierigkeiten ergeben, bis zu den größten Höhen verwendet (Fig. 217); nur wenn die auftretenden Kräfte besonders groß ausfallen, wählt man eine Ausführung, die der hölzernen Doppelstütze ähnelt.

Für die Doppelbahnen hat die Firma Adolf Bleichert & Co. die in Figur 221 dargestellte Stützenform geschaffen (vgl. auch die Fig. 85 und 86), die einen verhältnismäßig leichten Unterbau besitzt, auf den sich ein steifer, die vier Auflagerschuhe tragender Rahmen aufsetzt, so daß damit der sich in gewissem Sinne widerstrebenden Forderung, ausreichende Festigkeit mit leichter Ausführung zu vereinigen, in vorzüglicher Weise entsprochen wird.

Das Tragseil findet nun auf den Auflagerschuhen bei den geringen Bewegungen, die es unter dem Einfluß der darüber hinfahrenden Lasten macht, eine gewisse Reibung, die zwar durch gute Schmierung der Auflagerstellen nach Möglichkeit verringert wird. Trotzdem erfährt die im Seil herrschende Spannkraft dadurch eine gewisse Veränderung. Damit diese Unterschiede nicht zu groß werden und die Seilabschnitte zwischen

den einzelnen Stützen bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen nicht bald eine zu große, bald zu kleine Spannung erhalten, werden in Abständen von etwa 1,8—2,5 km Zwischenspann- und Ankerstationen in die Linie eingeschaltet. Ihre Anordnung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Aufbau der Endstationen. Wenn angängig,



Fig. 222. Doppelte Tragseilverankerung.

führt man die Spann- bzw. Verankerungsstationen doppelt, für beide an der Stelle zusammentreffende Seilstücke in gleicher Weise aus.

Eine solche doppelte Verankerung in Eisenkonstruktion zeigt z. B. Fig. 222. Auf jeder Seite werden die beiden Tragseile über besonders geformte Auflagerschuhe nach der Mitte zu abgelenkt und dort an der Eisenkonstruktion nebeneinander vermittels Endmuffen befestigt, in die sie entsprechend den Fig. 206 und 207 mit Hilfe von Ringkeilen eingesetzt sind. Der Seilzug überträgt sich dann durch die senkrechten Endpfosten und die schrägen Gitterstreben auf die Fundamente. Zwischen den Ablenkungsschuhen wird die Fahrbahn durch Hängebahnschienen gebildet, die an der oberen Querkonstruktion aufgehängt sind; zur Führung der Wagen, die auf der freien Strecke im Winde seitlich auspendeln, ist unter den Laufschienen noch je eine Winkeleisenführungsschiene angebracht.

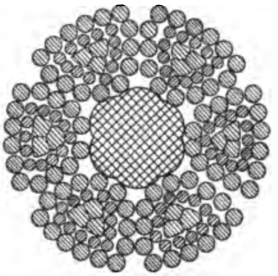


Fig. 223. Querschnitt des dreikantlitzigen Anschlußseiles.

Eine doppelte Spannvorrichtung ist in Fig. 19 dargestellt. Die Tragseile werden ebenfalls nach der Mitte der Linie abgelenkt und dort am Gegenende der Spannstation über große Seilscheiben zu den aus Betonwürfeln in Winkeleisenrahmen bestehenden Spanngewichten



Fig. 224. Doppelte Spannvorrichtung für eine Doppelbahn.



Fig. 225. Verbindung von Verankerung und Spannvorrichtung.

geführt. Das größere Gewicht spannt das stärkere Tragseil der beladenen Wagen, das andere das schwächere Leerseil. Ein Strebenkreuz nimmt wieder die schräggerichteten Auflagerkräfte der Seilscheiben auf. Allerdings ist es nicht möglich, die grobdrähtigen Laufseile über die Spannscheiben zu leiten, weil ihre Drähte dabei eine ganz unzulässig hohe

Biegungsbeanspruchung erfahren würden. Es werden deshalb die Tragseile hinter den Ablenkungsschuhen durch dünndrähtige, aber kräftige Litzenseile, gewöhnlich von der Dreikantlitzenkonstruktion nach Fig. 223 verlängert, die eine besonders glatte Oberfläche bei guter Biegsamkeit des Seiles ergibt. Der Querschnitt der Runddrähte dieses Seiles beträgt im neuen Zustand im Mittel $F = 0{,}38\ D^2$. Früher wurden an Stelle dieser Anschlußseile oft Ketten verwendet, auch jetzt noch bisweilen, wenn am Anlagekapital gespart werden muß; sie bilden jedoch immer ein unsicheres Glied in der ganzen Konstruktion, da unsachgemäß behandelte Kettenglieder leicht einmal springen können.

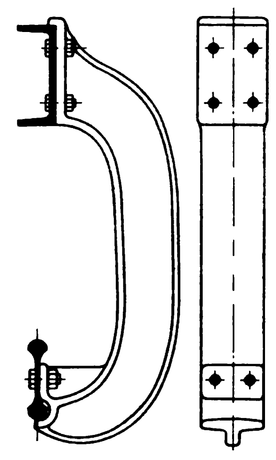


Fig. 226. Hängeschuh.

Eine eigenartige Ausbildung zeigt die vierfache Spannvorrichtung der Doppeldrahtseilbahn für die Orconera-Gesellschaft, Fig. 224, die aus zwei nebeneinander angeordneten doppelten Spannvorrichtungen nach Fig. 19 besteht, nur ist die ganze Ausführung wegen der besonders schweren Tragseile, die hier abzuspannen sind, entsprechend kräftiger gestaltet.

Eine seltener vorkommende Verbindung von Verankerung und Spannvorrichtung gibt Fig. 225 wieder.

Die Fahrbahn dieser Zwischenstationen besteht selbstverständlich immer aus Hängebahnschienen, die z. B. auch bei Führung der Linie durch Tunnels zur Anwendung kommen (vgl. Fig. 53), vor welchen die Tragseile dann gleichfalls abzuspannen oder zu verankern sind. Den gebräuchlichen Hängeschuh zur Befestigung der fast ausschließlich benutzten Doppelkopfschienen an der Eisenkonstruktion gibt Fig. 226 wieder.

5. Die End- und Zwischenstationen.

Wesentlich mehr als die Einzelheiten der Strecke passen sich die konstruktiven Einrichtungen der Stationen den Bedürfnissen des einzelnen Falles an, so daß man wohl eine Anzahl von Normalfällen aufstellen kann, jedoch kaum zwei Stationen verschiedener Anlagen findet, die sich völlig gleichen. Eine immer gestellte wichtige Forderung, die jedesmal wieder eine andere Anordnung bedingt, ist die, daß die Wege vom Stationseinlauf bis zu den Belade- oder Entladestellen möglichst kurze sind, damit man mit einer kleinen Bedienungsmannschaft für die hier notwendige Verschiebung von Hand auskommt. Bei geringeren Fördermengen und einfachen Be- bzw. Entladeverhältnissen soll oft ein Mann zur Bedienung der ganzen Station genügen.

Die typische Form der oberen in Holz gebauten Station einer Bremsseilbahn stellt Fig. 227 dar. Die beiden Tragseile *a* und *b* werden am ersten Querbinder der Station durch Ablenkungsschuhe nach der Mitte zusammengeführt, damit sie die freie Durchfahrt der Wagen und die Bewegungen des Personales nicht hindern, und dort an dem Querbalken *c* des zweiten Binders verankert, der seinerseits durch eine Strebe *d* gegen das breite Fundament des ersten Binders versteift ist. An die Ablenkungsschuhe schließen sich Hängebahnschienen *e* an, die die beiden Seile in einer je nach der Örtlichkeit verschieden geformten Schleife

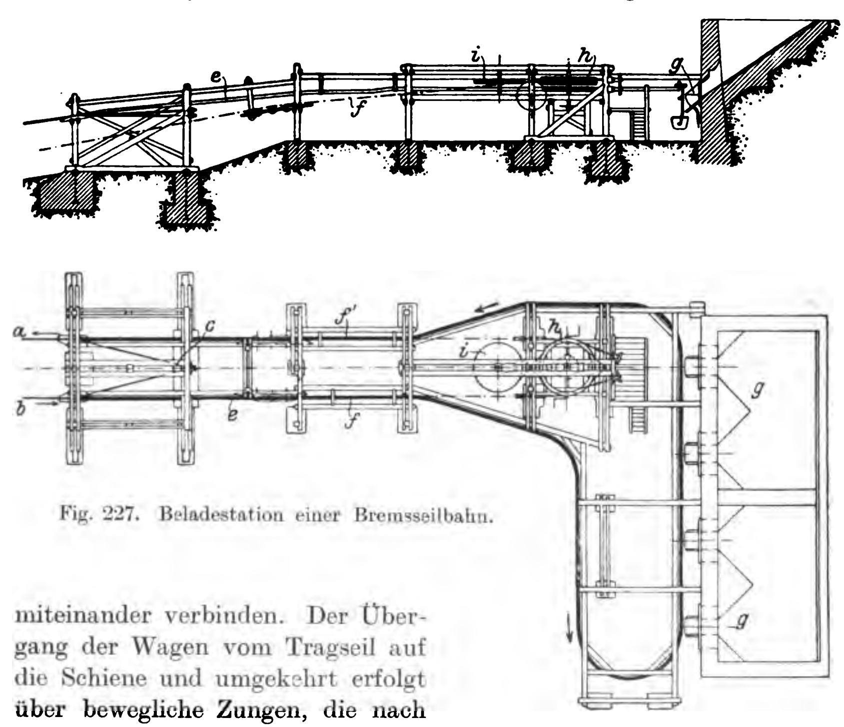


Fig. 227. Beladestation einer Bremsseilbahn.

miteinander verbinden. Der Übergang der Wagen vom Tragseil auf die Schiene und umgekehrt erfolgt über bewegliche Zungen, die nach einem neueren Patent der Firma Bleichert so gestaltet werden, daß die Räder darauf mit dem Außenteile ihrer Rille, wie auf den gewöhnlichen Tragschuhen der Strecke, zum Auflauf kommen, wodurch ein stoßfreier und etwaige Schwankungen dämpfender Einlauf der Wagen erzielt wird.

An der mit *f* bezeichneten Stelle kuppeln sich die leer heraufkommenden Wagen vom Zugseil ab, werden hier von einem Arbeiter in Empfang genommen und vor eine der Auslaufschnauzen *g* der Füllrümpfe gefahren, deren Verschlußschieber vom Arbeiter durch einen mit einer Zugstange verbundenen Hebel geöffnet wird, worauf die Ladung in die Wagen hineinrutscht. Der Mann schiebt nun nach Schließung

des Schiebers den Wagen bis zur Ankuppelstelle *f'* zurück, die der ersten gegenüberliegt, um dann wieder nach *f* überzutreten und einen neu einlaufenden Wagen zu empfangen.

Wie die An- bzw. Abkupplung dadurch vor sich geht, daß die seitlichen Kuppelrollen *R* des Wagens das Gehänge mit dem im Innern des Wagens befindlichen Gleitstück durch Auflaufen auf besondere Winkeleisenschienen *S'* gegenüber dem sich auf den Fahrschienen *S* etwas senkenden Wagenrädern anheben zeigt die Fig. 228 deutlicher. Die eigentliche Kuppelstelle liegt zwischen *V* und *W*, wo beide Schienen

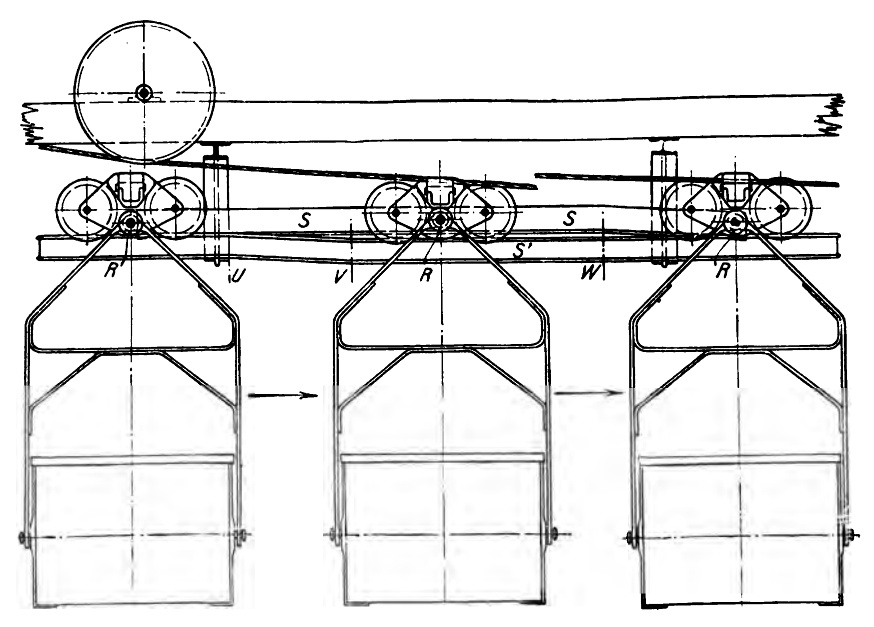


Fig. 228. Darstellung des Kuppelvorganges bei dem Bleichertschen Gewichtskuppelapparat.

gerade nebeneinander verlaufen. Auf demselben Prinzip beruht eine ganze Reihe von Kuppelapparaten, die seit Einführung dieser automatischen Kupplung entstanden sind.

Am gebräuchlichsten ist daneben noch die Obachsche Schraubenkupplung geblieben, von der die Fig. 229 eine moderne Ausführung wiedergibt. Eine Spindel *a* besitzt ein kurzes Stück Rechtsgewinde *b* von starker Steigung und ein feineres Linksgewinde *c*; sie ist in dem Auglager *n* des Wagengehänges drehbar und trägt am freien Ende den Anschlaghebel *h* mit einer Gewichtsrolle *i*. Schlägt diese Rolle gegen einen Anschlag, so wird die Spindel gedreht und die beiden Klemmbacken *k* und *l* werden fest gegen das Zugseil *z* geschraubt. Das Rechts-

gewinde *b*, das nur etwa einen halben Gewindegang bildet, bewirkt infolge seiner Steilheit, daß sich die Klemmbacke *k* dem Seil zu Anfang der Drehung sehr schnell nähert. Sie wird nun so eingestellt, daß das steile Gewinde abgelaufen ist, wenn das Seil gerade berührt wird, und bei der weiteren Bewegung der Spindel preßt jetzt das feine Gewinde *c* die Backe *l* langsam, aber mit großer Kraft an das Seil. Zur Schonung des letzteren sind beide Klemmbacken mit leicht auswechselbaren Bronzefuttern *p* versehen.

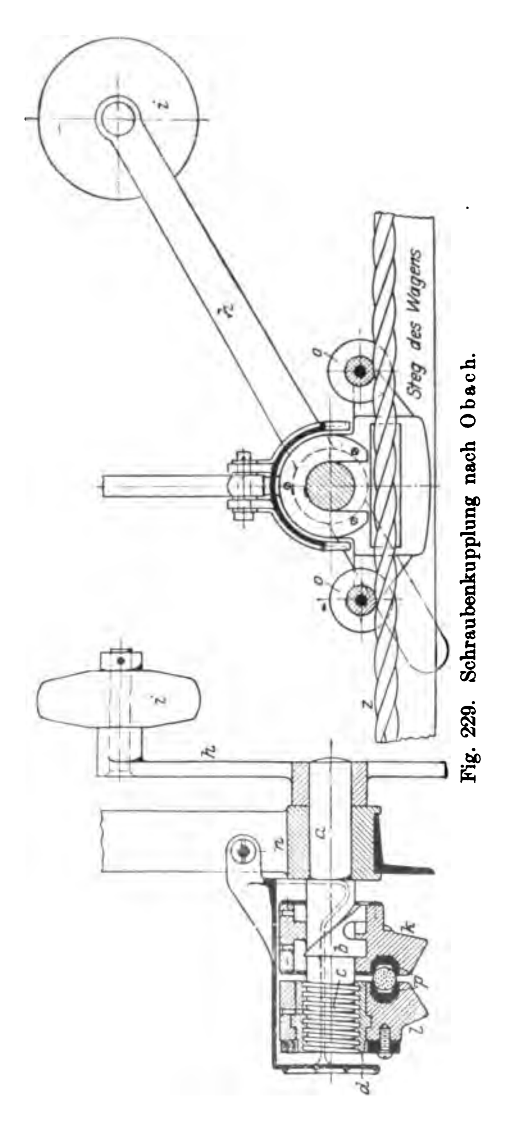


Fig. 229. Schraubenkupplung nach Obach.

An der Kuppelstelle (Fig. 230) ist die Laufschiene *s* nach unten durchgebogen und das Zugseil wird so geführt, daß sich dort die geöffnete Kupplung mit den Rollen *o* daraufsetzt. Wird nun der Wagen in der Fahrtrichtung weitergeschoben, so läuft die Gewichtsrolle *i* des nach rückwärts liegenden Hebels *h* auf die Leitschiene *q* auf, die zuerst ansteigt und dann wagerecht verläuft. Dadurch wird der Hebel in eine nahezu senkrechte Stellung gebracht, worauf seine untere Verlängerung gegen einen Querriegel *g* stößt, so daß er in die voll ausgezogene Schlußlage nach vorn überfällt.

Beim Auskuppeln läuft die Rolle *i* zuerst auf eine ansteigende Leitschiene *r* auf (Fig. 231) und wird dann, nachdem der Hebel *h* die senkrechte Stellung angenommen hat, durch eine zweite Schiene nach rückwärts herumgeschlagen. Damit das Gewicht nicht mit einem

Stoß zurückfällt, ist die Schiene derart verlängert, daß die Rolle *i* von beiden Seiten umfaßt wird.

Der Hauptmangel dieses Apparates ist der schon genannte, daß er das Seil stets, mag die Last groß oder klein sein, mit demselben der größten Last angepaßten Druck zusammenpreßt und daß er mit den im Betrieb unvermeidlichen Veränderungen der Seilstärke immer wieder neu eingestellt werden muß, da der Hebel *h* stets nahezu dieselbe Kuppel-

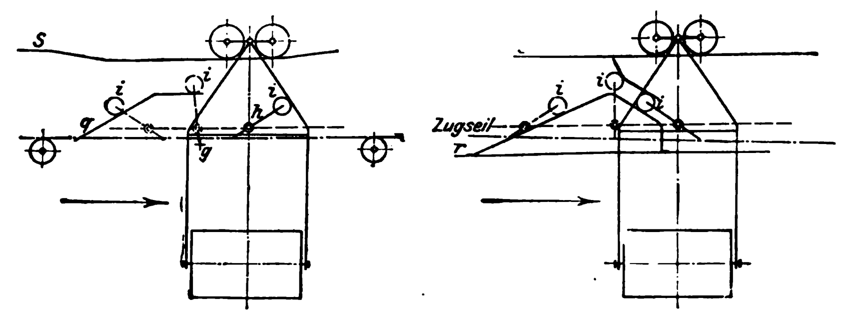


Fig. 230 u. 231. Darstellung der An- und Abkupplung bei Schraubenkupplungen.

lage haben muß. Lange Bahnen mit mehreren Unterabschnitten des Zugseiles können deshalb mit diesem Apparat nur unter Schwierigkeiten betrieben werden, weil das Zugseil nicht nur im neuen Zustande, sondern auch während der ganzen Liegedauer auf der ganzen Bahnlänge fast genau die gleiche Stärke haben muß.

Hinter der Kuppelstelle geht das Zugseil in der Station über die Scheibe *h* (Fig. 227) und zwar zweimal derart, daß es zuerst die Scheibe *h* auf etwa $^5/_8$ ihres Umfanges umgibt, dann in entgegengesetzter Richtung um die vorgelegte Scheibe *i* läuft und von dort wieder in demselben Sinne über den Bogen von etwa $^5/_8$ des Umfanges in der zweiten Rille der Hauptscheibe herumgeht, wie die Skizze (Fig. 232) deutlicher zeigt. Auf der Welle der Seilscheibe *h* sitzen noch zwei Bremsscheiben, deren Bänder durch Handräder angespannt werden und je nach der Besetzung der Bahn mit Wagen, nach Wind, Schmierung und Feuchtigkeitsgrad des Seiles mehr oder weniger fest gezogen werden müssen, wenn die Anlage mit gleichmäßiger Geschwindigkeit laufen soll.

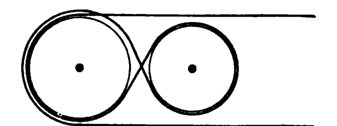


Fig. 232. Zugseilführung mit vorgelegter Scheibe.

Um von der Handbremsung unabhängig zu sein, benutzt man vielfach zur Vernichtung der überschüssigen Energie auch Kapselradpumpen, die von der Hauptwelle aus angetrieben werden und Wasser in ständigem Kreislauf durch eine oder mehrere enge Öffnungen drücken,

deren Weite von einem Zentrifugalregulator selbsttätig der Bahngeschwindigkeit entsprechend verändert wird. Auch Windflügel können bisweilen zu demselben Zweck in Anwendung kommen. Mit Hilfe solcher selbsttätiger Reguliervorrichtungen läßt sich ein sehr gleichmäßiger Gang erreichen, so daß von der Hauptwelle aus bei hinreichendem Energieüberschuß Dynamomaschinen oder Arbeitsmaschinen angetrieben werden können, die so einen Teil der Energie nutzbar verwerten.

Benötigt die Bahn zu ihrem Antrieb Arbeit, so tritt an die Stelle der Bremsscheibe ein großes Kegelrad, das von einem Antriebsvorgelege aus bewegt wird, auf welches ein Elektromotor, eine Lokomobile, oder auch eine vorhandene Transmission einwirkt. Wenn der Kraftüberschuß

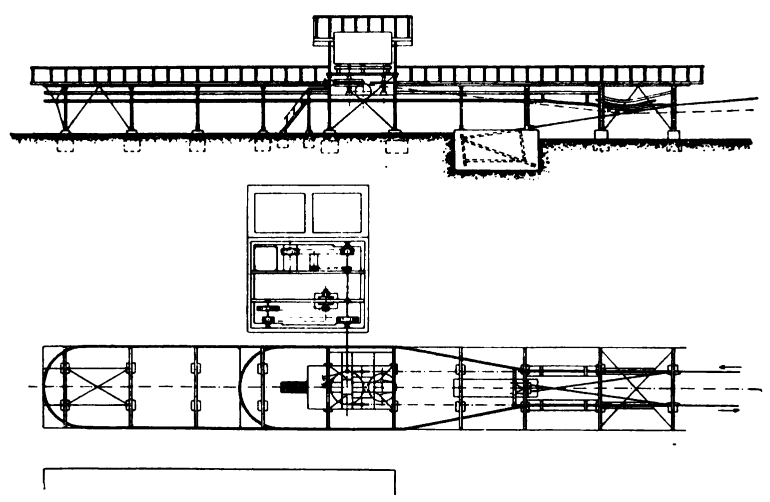


Fig. 233. Beladestation der Usambara-Gebirgsbahn.

einer abwärts fördernden Bahn nur gering ist, wird auch beides miteinander vereinigt, Bremsvorrichtung und Antrieb, damit bei ungenügender Besetzung der Strecke oder bei vereisten Seilen keine Schwierigkeiten auftreten, die sich am ersten bei der Ingangsetzung bemerkbar machen. Ein Beispiel einer solchen Vereinigung bildet die Fig. 233, die die Beladestation der für die Firma Wilkins & Wiese in Ostafrika gebauten Bahn darstellt. Trotzdem die Anlage die steilste zurzeit vorhandene Drahtseilbahn ist, mußte doch ein Antrieb eingebaut werden, weil sie auch zum Bergtransport aller möglichen Waren dient und im oberen Teil eine Gegensteigung von 90 m Höhe besitzt (vgl. das Profil Fig. 44). Es hat sich tatsächlich mehrfach ergeben, daß, wenn die großen bergabgehenden Lasten sich zufällig in ungünstiger Stellung, z. B. auf der Gegensteigung und in den Zwischenstationen befanden, bei gleichzeitiger Förderung nach oben vorübergehend eine nicht bedeutende

Antriebsleistung gebraucht wurde. Den notwendigen Ausgleich übernimmt hier der hydraulische Bremsregulator in Verbindung mit zwei

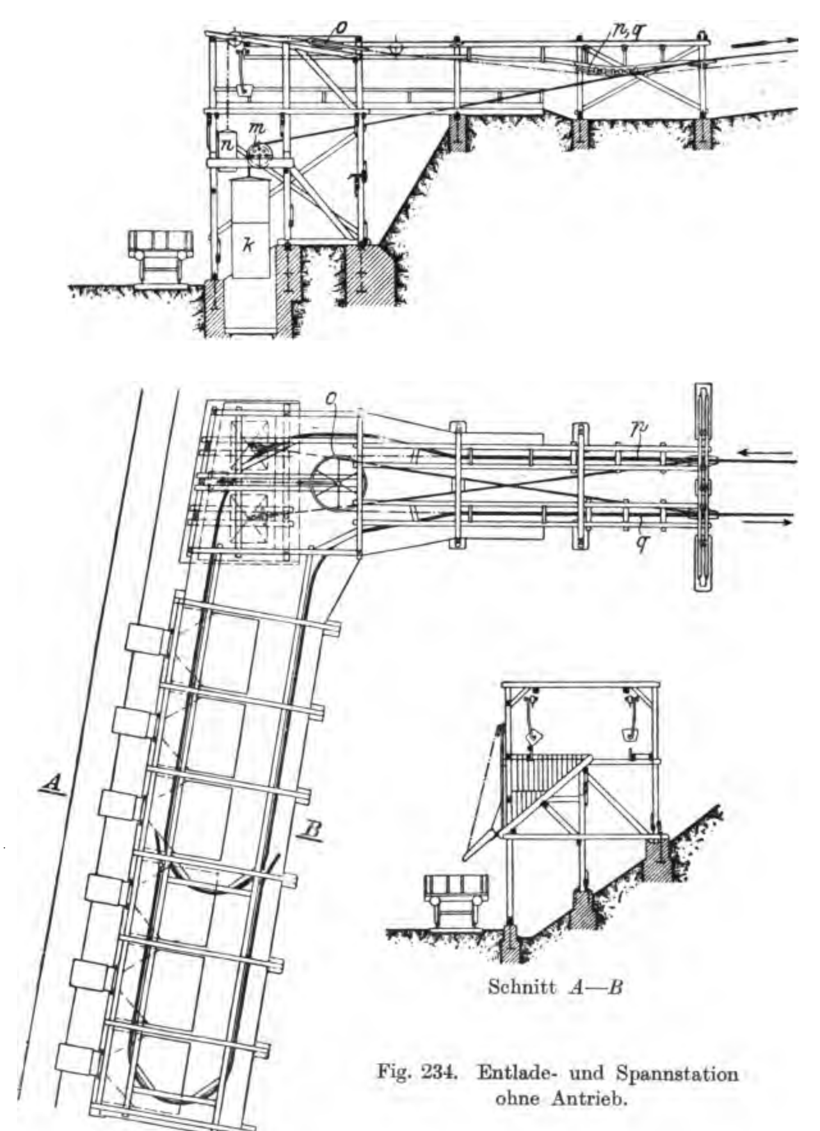


Fig. 234. Entlade- und Spannstation ohne Antrieb.

von Hand zu bedienenden Bremsbändern, deren jedes vorübergehend eine Leistung von 50 PS vernichten kann.

Die Fig. 234 zeigt eine Normalform der Gegenstation. Hier werden die beiden, sich kreuzenden Tragseile durch angehängte Gewichte *k*

— häufig mit Steinen oder Roheisenstücken angefüllte alte Kesselmäntel — nach Übergang der angeschlossenen feindrähtigen Spannseile über die Rollen *m* angespannt. Die herankommenden Wagen werden von der Kuppelstelle *p* aus von Hand über einen der sich seitlich anschließenden Füllrümpfe gefahren, dort durch Umkippen entleert und dann nach der Ankuppelstelle *q* zurückgebracht. Damit die für die

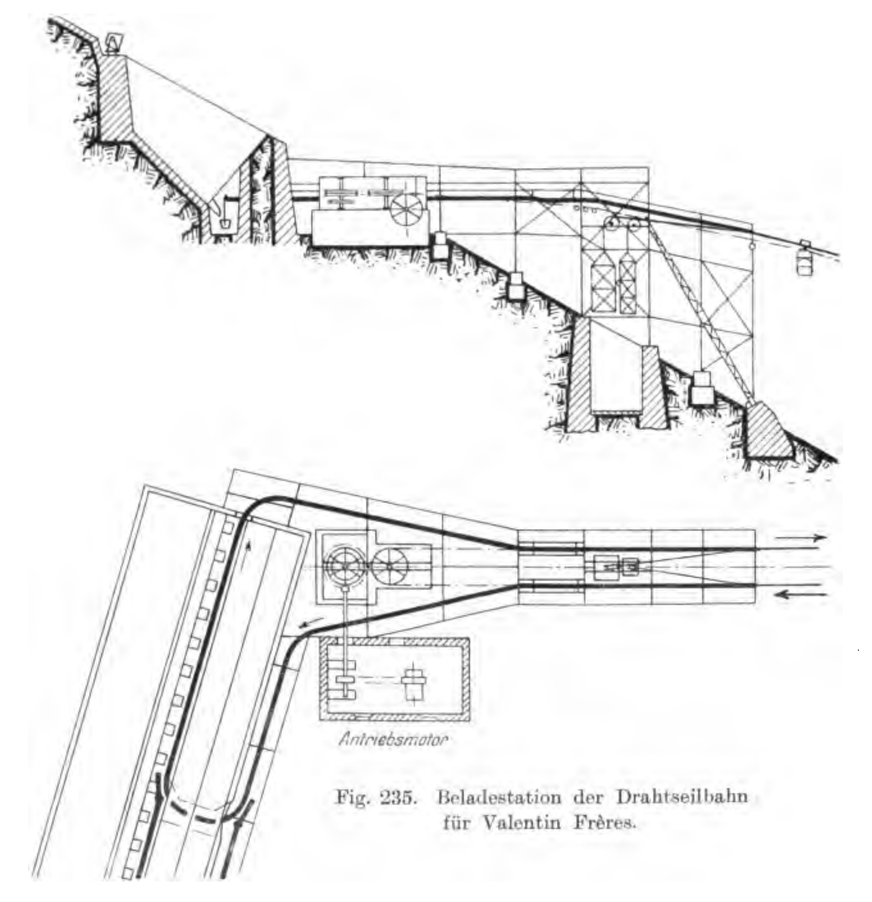


Fig. 235. Beladestation der Drahtseilbahn für Valentin Frères.

ersten Füllrümpfe bestimmten Wagen nicht einen unnötig langen Weg zurückzulegen haben, werden sie über Weichen sogleich hinter dem dritten Füllrumpf nach der Gegenseite geschoben. Aus den Behältern gelangt das Fördergut über auslegbare Schurren oder Rutschen, wie im Schnitt *AB* angegeben, in die Eisenbahnwagen. Das Zugseil geht über die Leitscheibe *o*, die auf einem verschiebbaren Schlitten gelagert ist, so daß es durch das darauf einwirkende Gewicht *n* immer die gleiche Anspannung erhält, wenn es sich auch im Betriebe allmählich verlängert

oder wenn sein Durchhang bei wechselndem Wagenabstand eine Änderung erfährt.

Den oben als Normalformen bezeichneten Ausführungen entsprechen ungefähr die Be- und Entladestationen der für Valentin Frères gebauten Drahtseilbahn, die in den Fig. 235 und 236 dargestellt sind. Beide Stationen sind in Eisenkonstruktion aufgeführt, und der Unterschied ist im wesentlichen der, daß die Tragseilspannvorrichtung sich auch in der oberen Station befindet; immerhin ergeben sich im einzelnen noch verschiedene weitere Abweichungen, die zum Teil durch spezielle Anforderungen des Betriebes bedingt wurden.

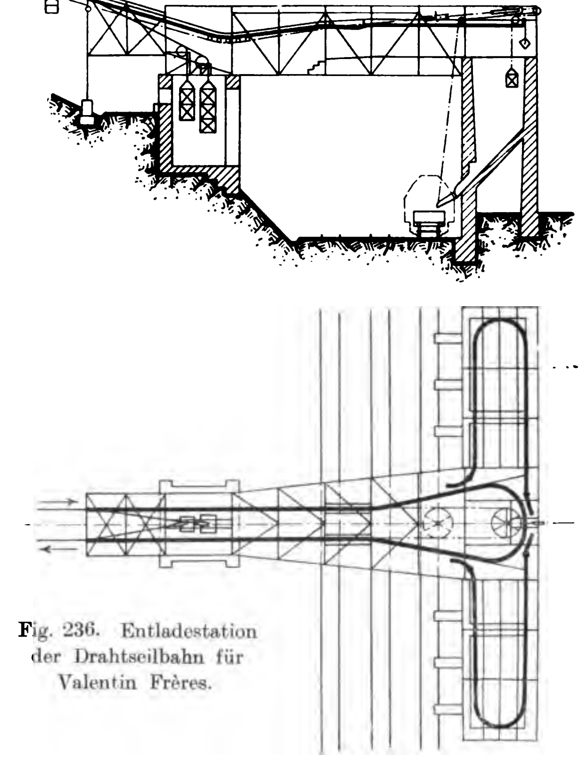


Fig. 236. Entladestation der Drahtseilbahn für Valentin Frères.

In den Stationen setzt sich die Fahrbahn häufig in umfangreichen Hängebahnanlagen fort, auf deren Schienen die Wagen von Hand verschoben werden. Beispiele derartiger Stationen liefern z. B. die Fig. 237 und 238, die die Be- und Entladestationen einer für die Libaner Forstindustrie in Budapest errichteten Seilbahn im Grundriß und Querschnitt zeigen. Das Lang- und Schnittholz wird auf Schmalspurwagen herangebracht und auf dem dritten Beladestrang der Station übernommen, der deshalb angeordnet ist, um während der Beladung die Durchfahrt anderer Hängebahnwagen zu gestatten. In der Gegenstation ist die Anordnung der drei Hängebahngleise etwa die gleiche; auf der Rückseite der Station wird das geschnittene Holz direkt in Eisenbahnwagen über leichte Schurren abgegeben, auf der Vorderseite gleitet es über schräge Balken auf das Lager hinunter, wie das Fig. 239 nach einer photographischen Aufnahme genauer veranschaulicht. Die Be- und Entladung der Drahtseilbahngehänge mit den schweren Stämmen erfolgt

durch Vermittlung von kleinen Windenwagen, auf die die Stämme nach Fig. 240 a hinaufrollen, worauf die Wagenplattform gesenkt wird, sobald die Gehängeketten um den Stamm geschlungen sind. Die Entladung zeigt Fig. 240b: Der Windenwagen wird unter den frei hängenden Stamm geschoben, darauf wird seine Plattform gehoben, so daß die Ketten schlaff werden und leicht abgenommen werden können, und nun wird die Plattform einfach nach außen umgekippt, so daß der Stamm die schrägen Balken der Station herunterrollt.

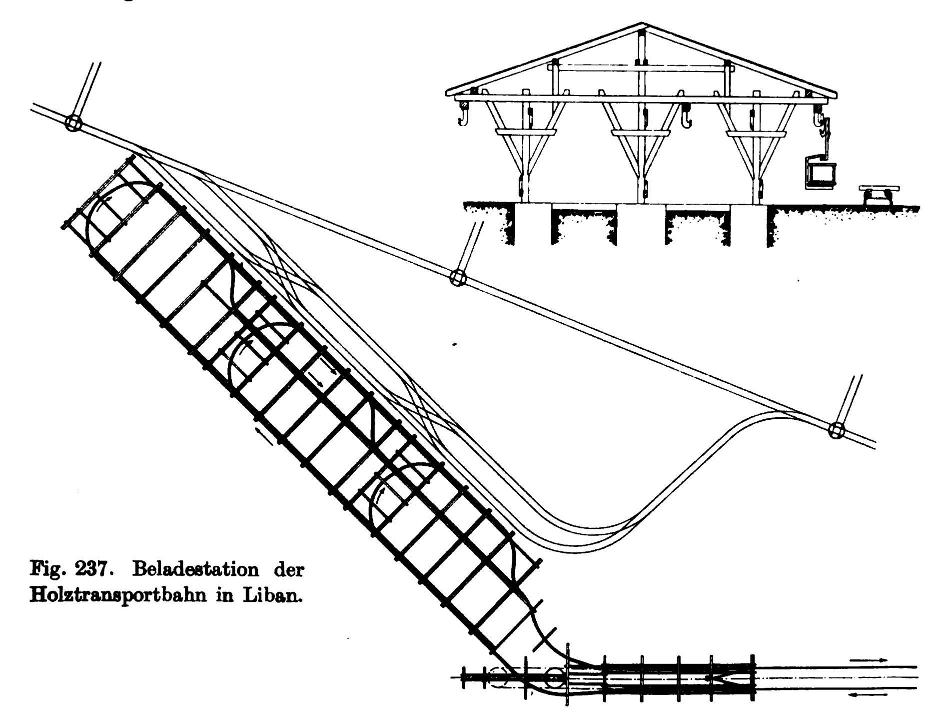


Fig. 237. Beladestation der Holztransportbahn in Liban.

Andere, sich an die Station anschließende Hängebahnanlagen sind schon in früheren Abbildungen dargestellt worden, z. B. in Fig. 65 und 101, wo eine umfangreiche Siloanlage mit der Endstation verbunden ist, in Fig. 71, die eine weitverzweigte Hängebahnanlage zur Beschickung und teilweisen Wiederaufnahme eines großen Kalksteinlagers zeigt, u. a. m.

In derselben Weise kann die Beladung der Seilbahnwagen auf Lagerplätzen und in Siloanlagen an jedem geeigneten Punkt erfolgen, wie z. B. die Fig. 59, 96, 144, 173 u. a. m. erkennen lassen. Ein großer Vorteil der Drahtseilbahn gegenüber den Feld- und Industriebahnen liegt ja darin, daß sie eben in bequemer Weise, ohne den Raum zu beengen, bis ins Innere der Fabrik- und Werksanlagen an die jedes-

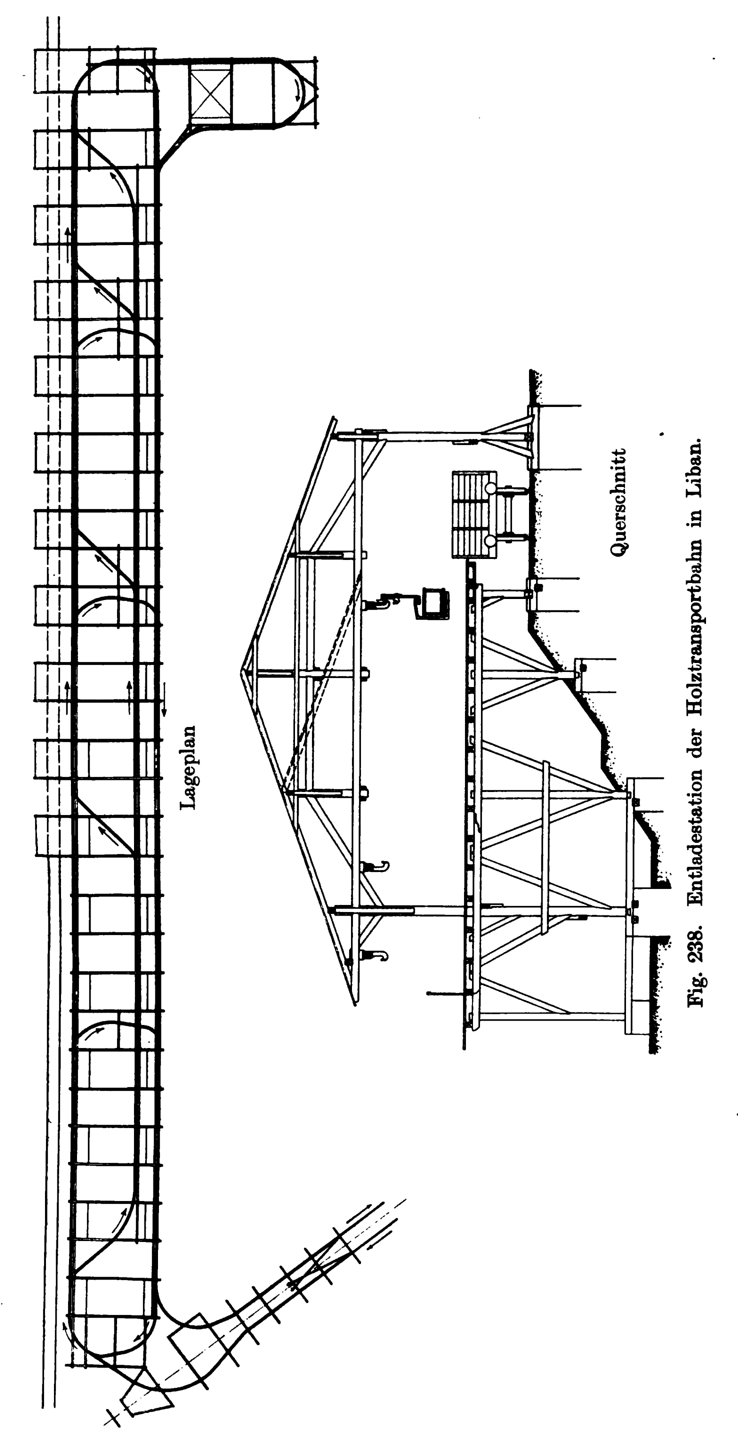


Fig. 238. Entladestation der Holztransportbahn in Liban.

malige Gebrauchsstelle herangeführt werden können. Ein weiteres Beispiel dafür gibt die Entladestation der Chlorkaliumfabrik Heiligenroda (Fig. 241), die bis zum obersten Stockwerk des Fabrikgebäudes hinaufgeführt ist, um das Material von oben in die Mühlen zu bringen,



Fig. 239. Ansicht der Entladestation in Liban.

wobei für die Spanngewichte der Trag- und Zugseile mehr als genügend Höhe zur Verfügung steht. Die Innenansicht derselben Station (Fig. 242) zeigt verschiedene durch Weichen voneinander abschaltbare Stränge, die direkt über die Beschicktrichter der Salzbrecher hinweggehen.

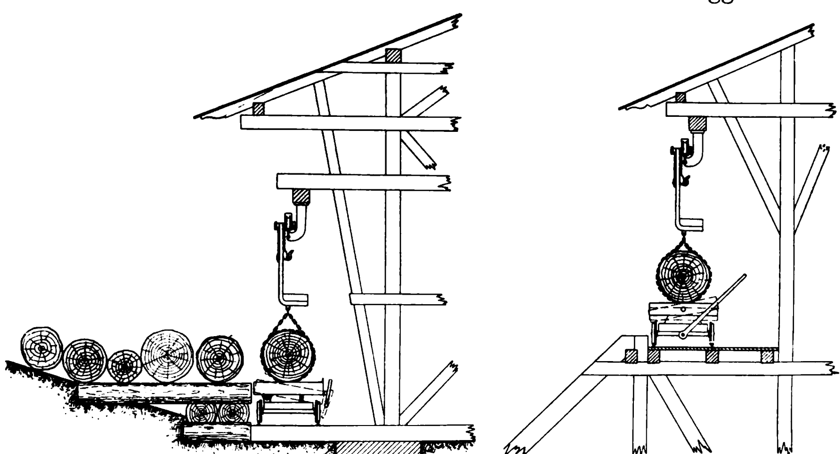


Fig. 240a u. b. Be- und Entladung der Drahtseilbahnen für Rundholzstämme.

Den unbestreitbaren Vorteil der einfachen Feldbahn, bei jedem Wechsel der Arbeitsstelle schnell und bequem verlegt werden zu können, macht sich die Drahtseilbahn häufig zunutze, indem sie sie als Zubringemittel verwendet. Ein Beispiel gibt dafür Fig. 243 wieder, die im Vordergrunde den in Fig. 62 genauer dargestellten Übergang von der Feldbahn zur Drahtseilbahn zeigt. Die Abbildung läßt deutlich er-



Fig. 241. Außenansicht der Entladestation in Heiligenroda.



Fig. 242. Blick in die Entladestation in Heiligenroda.

kennen, daß die Anlage einer maschinell betriebenen Feldbahn hier große Schwierigkeiten und Kosten verursacht hätte, ohne daß sich eine so zentrale, die Abbaustelle überall frei lassende Lage der Endstation ergeben hätte.

Oft geht man aber auch in Fällen wie dem vorliegenden mit langen Hängebahnschleifen bis dicht an die Gewinnungsstellen, aus dem einfachen Grunde, weil die hochgelagerte Hängebahnschiene stets frei von Schmutz usw. bleibt und sich der Geländegestaltung nicht genau anzupassen braucht, so daß die Wagen immer leicht und bequem verschoben werden können, was naturgemäß die Leistung des einzelnen



Fig. 243. Beladestation in einer Tongrube.

Arbeiters wesentlich steigert. Als Beispiel einer solchen Anlage sei Fig. 81 genannt.

Die Fig. 244 bildet das Gegenstück zur Fig. 233. Es ist die in der Ebene gelegene Entladestation der ostafrikanischen Drahtseilbahn, deren Bauhöhe für den hier ziemlich großen Hub des Zugseilspanngewichtes bei weitem nicht genügte: das Zugseil wird daher über zwei in lotrechter Ebene angeordnete Rollen nach der Spannscheibe geführt, und letztere ist auf einer langen Gleitbahn nach dem Einlauf der Station zu verschiebbar, so daß die eigentliche Endstation der Bahn sich wegen dieser Rückführung äußerst kurz baut. Die Spannscheibe steht nun unter dem Einfluß des in dem vorderen turmartigen Gestell untergebrachten Spanngewichtes. An diese Endstation schließt sich wieder eine lange Hängebahnschleife an, die sich auf einer etwas erhöhten Rampe befindet, so daß die Überladung der Hölzer in die davorstehenden

Eisenbahnwagen leicht erfolgen kann. Diese langgebaute Endschleife ist überhaupt ein charakteristisches Merkmal der meisten Holztransportbahnen (vgl. auch Fig. 238).

Als Spezialkonstruktion sei noch der Querschnitt durch eine Braunkohlenverladestation erwähnt (Fig. 245). Da die böhmische Braunkohle durch hartes Aufschlagen auf den Boden des Eisenbahnwagens leicht in kleine Stücke von geringerem Wert zerfällt, so ist es wesentlich, sie langsam aus den Seilbahnkasten hinausgleiten zu lassen, und die Entladestationen dieser Drahtseilbahnen haben aus dem Grunde

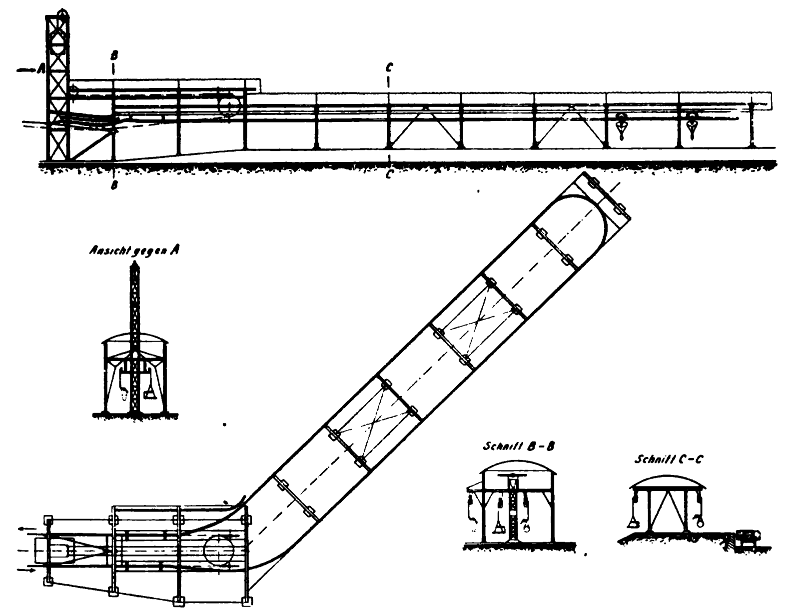


Fig. 244. Entladestation der Usambara-Gebirgsbahn.

ganz bestimmte Abmessungen, die sich den Maßen der Eisenbahnwagen aufs genauste anschließen.

Eine zweckmäßige Schutzvorrichtung an hochgelegenen Beladestationen in Anlagen, die ihre Wagenkasten bis oben hin mit losem Material volladen, ist in Fig. 246 dargestellt. Es ist ein kleiner ausgekragter Behälter, der das abfallende Fördergut aufnimmt, das beim Übergang von der Hängebahnschiene auf das Seil, wo eine unvermeidliche Erschütterung auftritt, etwa von dem Kasten abrutscht.

Besondere Beachtung verdienen noch die automatischen Endumführungsstationen, bei welchen die Wagen, ohne sich vom Zugseil zu lösen, die Endscheibe des Zugseiles umfahren. Sie finden namentlich bei Haldenbahnen und oberhalb von Siloanlagen Verwendung. Das Umfahren der Endscheibe ist in der Fig. 31 für Oberseilführung

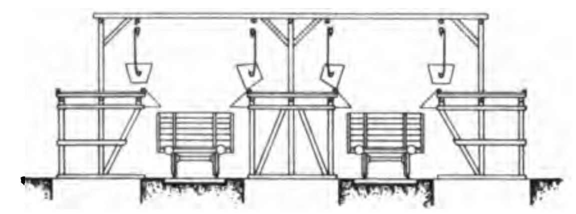


Fig. 245. Braunkohlenverladestation.

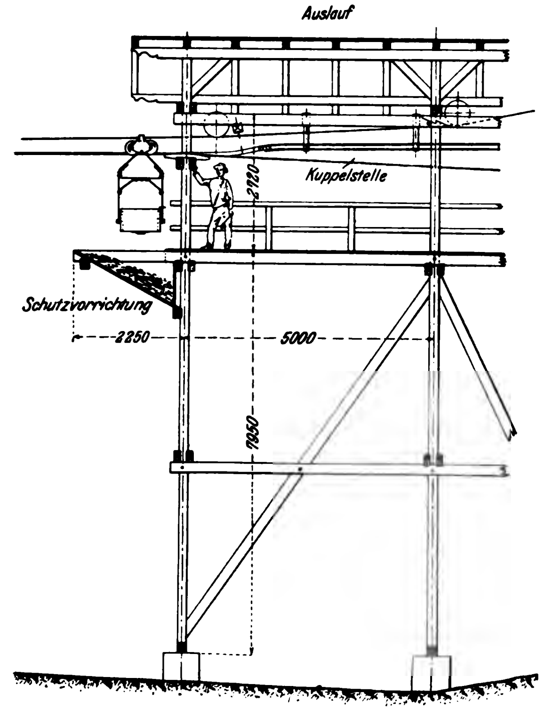


Fig. 246. Stationsauslauf mit Schutzvorrichtung.

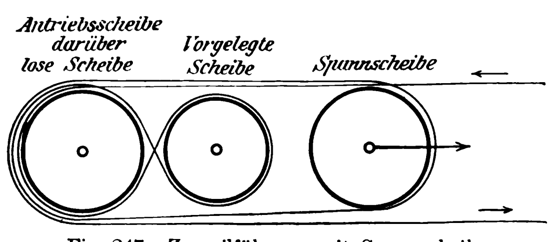


Fig. 247. Zugseilführung mit Spannscheibe.

dargestellt, Gesamtbilder solcher Stationen geben die Fig. 65 und 77; Anlagen, die derartige Endstationen mehrfach enthalten, sind z. B. in den Fig. 107 und 183 gezeigt. In der Gegenstation muß dann der Antrieb mit der Zugseilspannung vereinigt werden, was durch die in Fig. 247 skizzierte Seilführung mit einer auf der doppelrilligen Antriebsscheibe liegenden losen Leitscheibe geschieht, eine Anordnung, die immer gewählt wird, wenn die Endscheibe der Gegenstation aus irgendeinem Grunde feststehen muß.

Eine von den vorbeschriebenen äußerlich stark abweichende Ausbildung der Endstation ergibt sich, wenn die Beladung der Seilbahn von einem Schiff aus erfolgen soll. Die entsprechend hochgebaute Station enthält dann einen Füllrumpf, der von einem Selbstgreifer oder einem einfachen Kübel vom Schiff aus mit Hilfe eines Kranes gefüllt wird, aus dem die Wagen der Seilbahn in gleichmäßiger Folge gespeist werden (Fig. 135). Man ist sogar soweit gegangen, die ganze Beladestation mit dem Füllrumpf in bewegliche Verladekrane

einzubauen. Beispiele dafür bilden die Fig. 139 und 169. Im letzteren Falle sind auch die Kuppelstellen der Drahtseilbahn mit in dem fahrbaren Kran untergebracht. Bei derartigen Konstruktionen, die von Adolf Bleichert & Co. vielfach in größtem Maßstab ausgeführt worden sind, besteht die Laufbahn der Seilbahnwagen mindestens im Verschiebebereich des Verladekranes aus festen Hängebahnschienen, auf welchen die Anschlußstellen der im Krangestell befindlichen Endstation vermittels beweglicher und federnder Weichenzungen gleiten, so daß der Betrieb der Bahn durch das Verfahren des Kranes in keiner



Fig. 248. Drahtseilbahnstation mit Beladekran und Elevator.

Weise gestört wird. Daß eine gleiche Anordnung bei minder großen Fördermengen auch mit sehr einfachen Mitteln möglich ist, zeigt Fig. 248. Hier kommt Kies und Sand in Kähnen heran und das Material wird entweder vermittels eines Drehkranes oder durch einen Elevator in den Füllrumpf der Station gefördert. Die ganze Anlage ist, soweit irgend möglich, in Holzkonstruktion errichtet, so daß die Beschaffungskosten recht gering sind.

Bisweilen wird allerdings im Gegensatz zu diesen Ausführungen der leere Drahtseilbahnwagen in das Schiff heruntergelassen, besonders wenn Umladungen den Wert des Fördergutes beeinträchtigen können, und nachher durch einen maschinell bewegten Drehkran wieder in die Höhe gezogen (Fig. 249). Die Wagen erhalten dann eine Öse, in die der

Kranhaken eingreift. Da aber der Betrieb der Seilbahn von der Schnelligkeit der Beladung des einzelnen Wagens abhängig wird, so kommt man mehr und mehr von dieser einfach scheinenden Betriebsweise zurück, sobald eine größere stündliche Förderleistung der Bahn verlangt wird und das Gut die Umladung verträgt.

Den normalen Endstationen entsprechen ungefähr die Winkelstationen großer Drahtseilbahnen, nur daß eben die Endstation der einen Strecke mit der Anfangs- und Antriebsstation der nächsten Strecke



Fig. 249. Schiffsentladung mit Hilfe eines Drehkranes.

verbunden ist. Ein Beispiel der Art zeigt Fig. 250, die die Winkelstation VI der Argentinischen Drahtseilbahn (vgl. Profil Fig. 52) darstellt.

Zerfällt das Zugseil nur in zwei getrennte Kreisläufe, so wird vielfach der Antrieb des zweiten nicht von einem besonderen Motor bewirkt, sondern man verbindet seine Antriebsscheibe mit der Endscheibe des ersten, hauptsächlich dann, wenn der zweite Seiltrieb nur wenig Antriebs- oder auch Bremsenergie benötigt. Das erste Zugseil arbeitet auf die Weise auch als Krafttransmissionsseil für die zweite Bahnstrecke. Eine praktische Ausführung, bei der es sich um die Übertragung von

ausnahmsweise großen Kräften handelt, ist in Fig. 251 veranschaulicht, die Winkelstation II der für die Firma Wilkins & Wiese errichteten

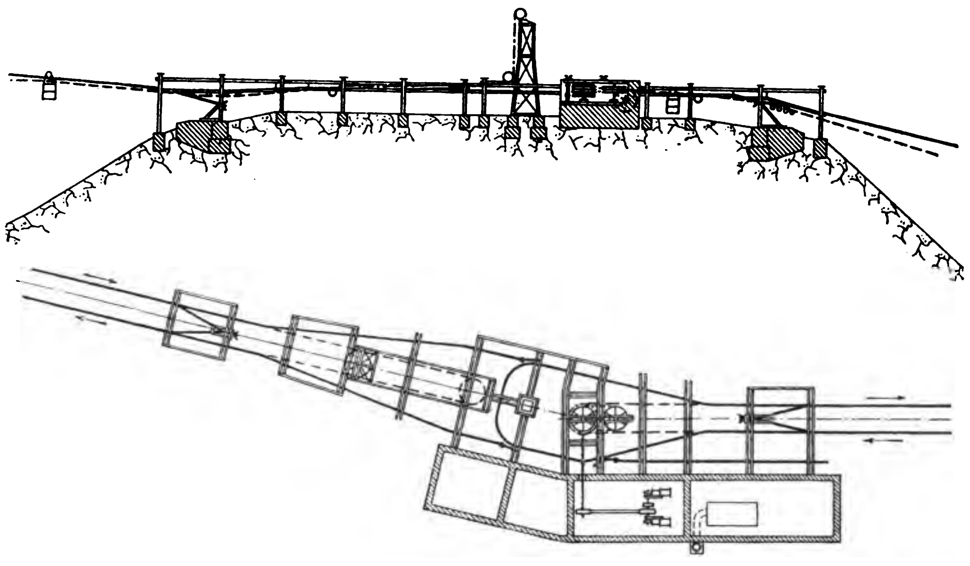


Fig. 250. Winkelstation VI der Argentinischen Drahtseilbahn.

Anlage. Das Zugseil der oberen Strecke, die in der Endstation Bremse und Antrieb enthält (vgl. Fig. 233), geht beim Einlauf in die Winkel-

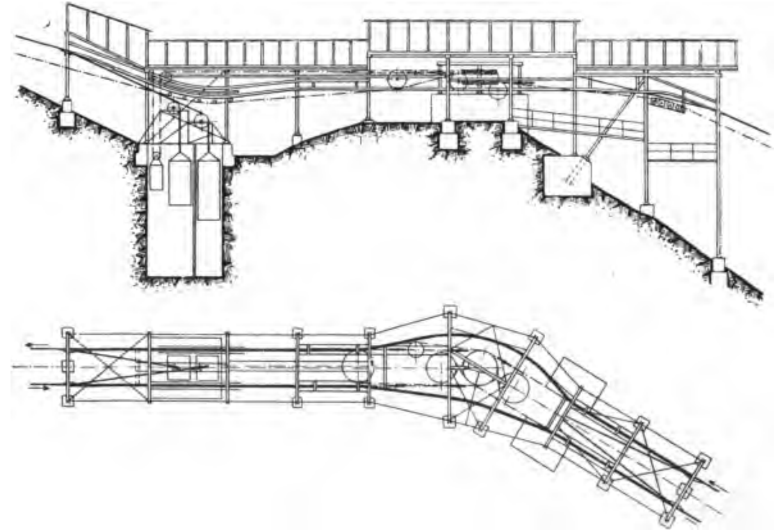


Fig. 251. Winkelstation II der Usambarabahn.

station über eine Rollenbatterie, die es soweit herunterdrückt, wie für die Neigung auf der dahinterliegenden An- und Abkuppelstelle erforderlich ist, läuft dann über zwei Führungsrollen nach der hier doppelrilligen Endseilscheibe mit fester vorgelegter Scheibe — damit der umspannte Winkel auch unter den ungünstigsten Umständen für den Antrieb bzw. die Bremsung der zweiten Strecke ausreicht — und darauf über eine verschiebbare Spannscheibe mit langem Hub- und eine lose

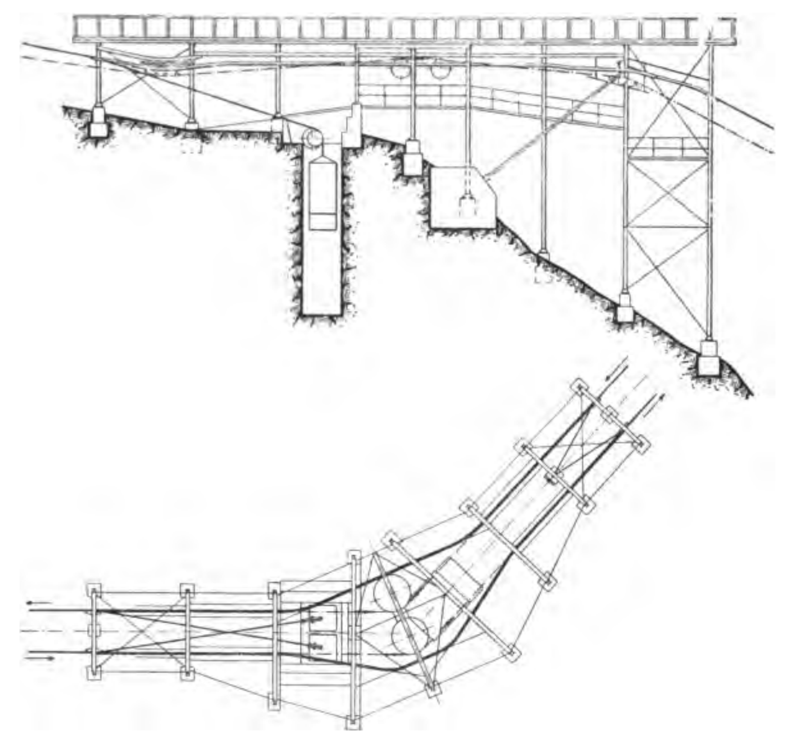


Fig. 252. Winkelstation I der Usambarabahn.

Umführungsscheibe wieder zurück. Die Anordnung entspricht also genau der Skizze in Fig. 247. Das auf die Spannscheibe einwirkende Gewicht hängt hier, um seinen Hub zu halbieren, in einer Schleife und befindet sich in demselben in den Fels eingesprengten Schacht, der die Tragseilspanngewichte aufnimmt. Die gleichfalls doppelrillige Hauptscheibe des zweiten Zugseiles sitzt fest auf derselben Welle wie die Endscheibe des oberen Kreislaufes, im übrigen entspricht die Seilführung hier der Skizze 232. Da sich hinter der Station gleich wieder ein starkes Gefälle befindet, so ist das Zugseil auch beim Auslauf über eine Rollenbatterie geleitet, die die richtige Neigung für die Kuppelstelle sichert.

Die beiden vorgeschriebenen Anordnungen kommen jedoch nur für lange Bahnen in Betracht, wo das Zugseil zerlegt werden muß; im allgemeinen gilt für Winkelstationen die Regel, daß das Zugseil ununterbrochen durchgeführt wird. Auch hierfür enthält die Bahn der Firma Wilkins & Wiese ein Beispiel in der durch Fig. 252 veranschaulichten Winkelstation I, deren Lage am Abhang einer ganz steilen Bergkuppe die Fig. 43 wiedergibt. Die Tragseile der oberen Strecke sind wieder durch in einen tiefen Schacht hineinhängende Gewichte gespannt, die der unteren an der Eisenkonstruktion verankert, die den Zug auf einen riesigen Betonklotz überträgt. Das Zugseil wird vor den Kuppelstellen

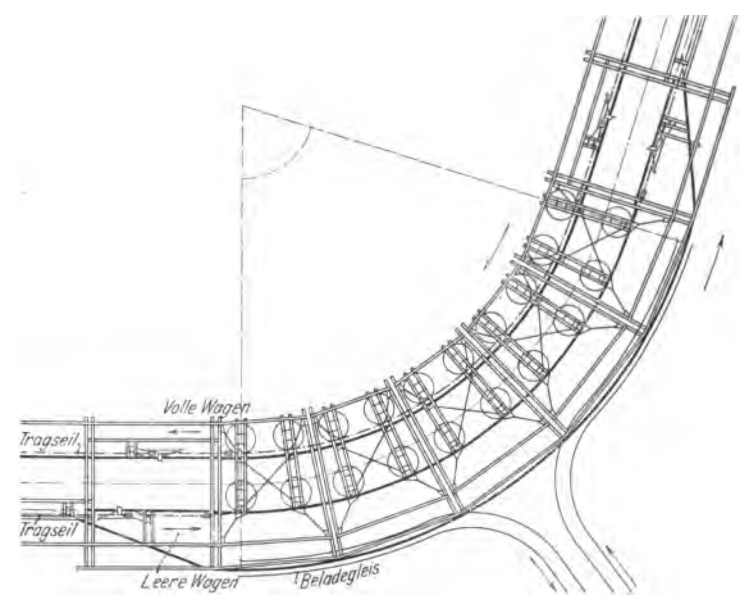


Fig. 253. Selbsttätige Winkelstation.

durch Rollenbatterien in passender Weise geführt und außerdem vor und hinter den Ablenkungsscheiben von 1,8 m Durchmesser durch große Tragrollen unterstützt. Die Wagen werden auch hier, da die Arbeitslöhne niedrig sind, auf Hängebahnschienen von Hand an der Winkelstelle vorbeigeschoben.

Das gebräuchlichste ist allerdings in Gegenden, wo die Arbeitskräfte nicht ganz besonders billig sind, daß man die Wagen nicht vom Zugseil abkuppelt, sondern sie am Seilgreifer mit um die Umführungsscheibe gehen läßt. Eine solche Station mit zwei gegenläufigen Krümmungen, die durch ein gerades Zwischenstück miteinander verbunden sind, zeigt z. B. die Fig. 98, eine technische Darstellung einer solchen Anlage, die in die Seilbahn eingebaut ist, gibt Fig. 253 wieder. Die Ablenkung

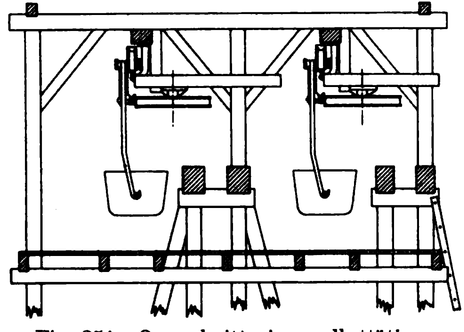


Fig. 254. Querschnitt einer selbsttätigen Winkelstation.

erfolgt durch eine Reihe von hintereinander angeordneten Seilscheiben und darunter angebrachten Führungsschienen für das Wagengehänge. Derartige Stationen arbeiten vollkommen selbsttätig, ohne daß auch nur eine Aufsichtsperson dabei bleibt. Den Querschnitt einer solchen Kurvenumführungsstation stellt Fig. 254 dar.

Neuerdings geht man mehr und mehr, wenn es angängig ist, davon ab, die Ablenkung durch eine Reihe von Seilscheiben zu bewirken, sondern läßt den Wagen um eine einzige, hinreichend groß ausgeführte Scheibe die ganze Ablenkung bis zu 180° machen. Eine Anzahl solcher Ausführungen ist bereits früher wiedergegeben worden (vgl. die Fig. 106, 181, 182), sodaß hier der Hinweis genügt.

6. Weichen und Kreuzungen.

Ein wichtiges Konstruktionsglied größerer Stationen oder sich daran anschließender Hängebahnanlagen bilden die die einzelnen Stränge derselben verbindenden Weichen. An sie werden in erster Linie die beiden Forderungen gestellt, daß sie einerseits leicht zu bedienen sind und andererseits vollkommene Sicherheit gegen die infolge verkehrter Zungenstellung möglichen Unglücksfälle bieten.

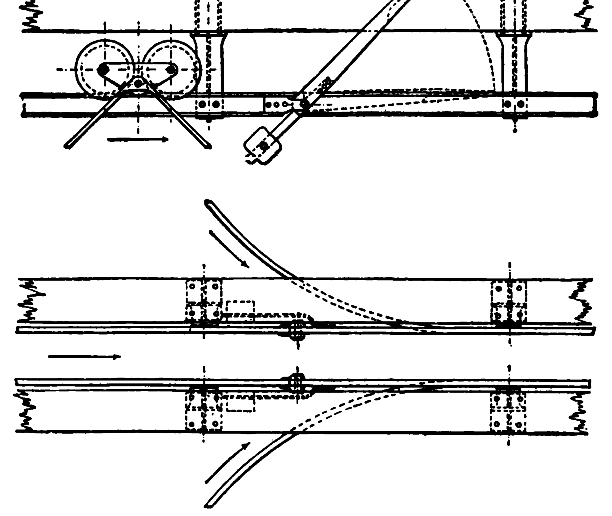
Man unterscheidet im Drahtseilbahn- bzw. Hängebahnbau zwei Weichenformen, deren gebräuchlichste die Drehweiche ist. Sie besteht aus einer annähernd wagerecht schwingenden Zunge, deren Drehachse in einer Lasche des Nebengleises liegt, während sich die Spitze auf das durchgehende Hauptgleis auflegt, was z. B. Fig. 255 nach Bleichertscher Ausführung zeigt. Da die Zunge in der normalen Stellung geschlossen ist, so bleibt die Weiche in Ruhe, wenn der Wagen vom Haupt- auf das Zweiggleis oder umgekehrt übergeht. Soll er auf dem Hauptgleis bleiben, so wird die Weiche bei Fahrt gegen die Spitze von dem Verschiebearbeiter durch Ziehen an einer Kette oder durch Anheben von Hand geöffnet, ohne daß dabei die Fahrt verlangsamt, also Zeit verloren wird. Bei Fahrt in entgegengesetzter Richtung schneidet der Wagen die Weiche auf, die sich nach der Durchfahrt von selbst wieder schließt, da der Drehzapfen nicht genau senkrecht steht. Ein Herunterfallen der Wagen ist also ausgeschlossen. Falls der abzweigende Strang selten befahren wird, wie z. B. ein Abstellgleis oder dgl., so wird die Anordnung

durch geringe Neigung des Drehzapfens nach der anderen Seite auch so getroffen, daß die Drehweiche beim Befahren des Zweiggleises vom Arbeiter jedesmal durch den Kettenzug erst geschlossen werden muß und sich hinter dem Wagen selbsttätig wieder öffnet.



Fig. 255. Drehweiche in einer Station.

Die zweite Form bilden die von der Firma Adolf Bleichert & Co. eingeführten Klappweichen nach Fig. 256. Die Zunge schwingt hier in einer senkrechten Ebene und ist für gewöhnlich geöffnet, so daß sie beim Befahren des Nebenstranges in Ruhe bleibt. Wird der Wagen vom Hauptstrang herangeschoben, so drückt er von rückwärts kommend die Zunge von selbst herunter, die hinter ihm durch das Gegengewicht sofort wieder angehoben wird. In Fig. 256 ist die Aufsicht von oben sowohl für eine Rechts- wie für die Linksseite gezeichnet. Soll der Wagen in umgekehrter Richtung auf das Nebengleis übergehen, so schließt der Arbeiter die Zunge, während er den Wagen vorbeiführt, durch Ziehen an einer Kette (Fig. 257).


Fig. 256. Von rückwärts befahrene Klappweiche.

Mit Hilfe dieser Klappweiche läßt sich auch die ganz auto-

matisch wirkende Kreuzung zweier Schienenstränge ausbilden, ohne daß der Wagen herunterfallen kann: Werden beide Schienenstränge immer nur in einer Richtung befahren, so werden die Klappweichen derart angeordnet, daß der Wagen sie von rückwärts kommend auflegt; wenn kein

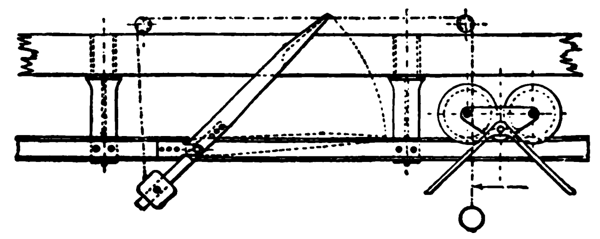


Fig. 257. Gegen die Spitze befahrene Klappweiche.

Wagen da ist, lassen sie die Durchfahrt auf dem kreuzenden Strang frei (Fig. 258). Die Ausführung für die Durchfahrt nach jeder Richtung, also auch gegen die „Weichenspitze" zeigt Fig. 259. Der von rückwärts

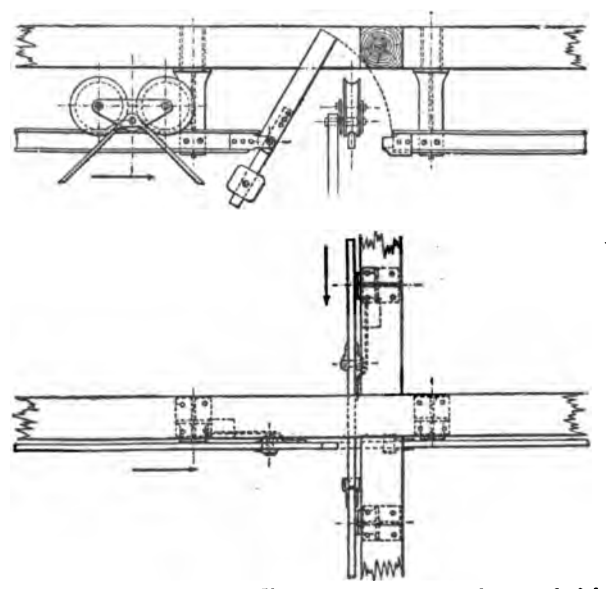


Fig. 258. Gleiskreuzung mit Klappweichen, von rückwärts befahren.

kommende Wagen hebt die um den Zapfen *o* drehbare Winkeleisenschiene *S* an, die vermittels der Hebelverbindung *m* die Klappweiche *K* niederdrückt. Für den Fall, daß der Wagen in der eingezeichneten Stellung von der anderen Seite herangeschoben wird, ist dort ein Anschlag *H* angebracht, der sich um den Bolzen *Z* dreht und vermittels des an dem Hebel *L* angreifenden abgefederten Schnurzuges die Weiche herunter-

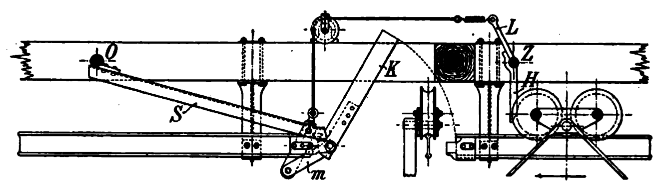


Fig. 259. Gleiskreuzung mit gegen die Spitze befahrenen Weichen.

schlägt. Der andere Strang enthält genau die gleiche Einrichtung; die Durchfahrt ist also jederzeit frei und der — gleichgültig von welcher Seite — herankommende Wagen schließt selbsttätig die Verbindung, die sich hinter ihm sofort wieder öffnet. Fig. 260 gibt noch ein Bild der praktischen Ausführung wieder.



Fig. 260. Ansicht einer Gleiskreuzung.

7. Schutzbrücken und Schutznetze.

Die gewöhnlichen Schutzbrücken und Schutznetze haben, worauf ausdrücklich hingewiesen sei, den Zweck, den Verkehr unterhalb der Seilbahn gegen etwa herabfallende Teile aus übervoll beladenen Wagen zu schützen. Ein Schutz gegen herabfallende Wagen wird in der Regel nicht beansprucht, weil er überflüssig ist, denn bei richtig konstruierten Drahtseilbahnen wird wegen der tiefen Auskehlung der Laufwerksräder ein Entgleisen der Wagen überhaupt nicht eintreten. Allerdings muß bemerkt werden, daß bei der Kreuzung von Eisenbahnlinien bisweilen auch diese Forderung des Schutzes gegen herabfallende Wagen gestellt wird.

Im allgemeinen können deshalb die Schutzkonstruktionen leicht gehalten werden und zwar um so leichter, je näher sich die Schutzflächen den Tragseilen befinden, weil dann die Aufschlaggeschwindigkeit etwa herausfallender Körper nur klein ist. Eine aus Holz gebaute Brücke der Art zeigt die Fig. 261. Hier verläuft die Drahtseilbahn so niedrig, daß die Brücke mit einer Seilbahnstütze verbunden ist, eine Anordnung, die im allgemeinen häufiger vorkommt, als der Fall, daß Schutzbrücken tief unter den Seilen anzuordnen sind.

Da die Straßen und Wege gewöhnlich nicht rechtwinklig von der Bahn geschnitten werden, so ist die übliche Grundrißform der Schutz-

brücke kein Rechteck, sondern ein schiefwinkliges Parallelogramm. Die Abdeckung der Straße geschieht meist durch einen einfachen Bohlenbelag der Brückenkonstruktion, gelegentlich aber auch durch einen



Fig. 261. Hölzerne Schutzbrücke.

doppelten; dazu wird noch ein seitlicher Schutzrand zur Sicherung gegen das Abrollen etwa aufgefallener Stücke angebracht.



Fig. 262. Eiserne Schutzbrücke.



Fig. 263. Eiserne Schutzbrücke mit Kragdach.

Werden die Stützen der Drahtseilbahn in Eisen ausgeführt, so errichtet man auch meist eiserne Schutzbrücken. Eine derartige Normalausführung Bleichertscher Bauart mit doppeltem Bohlenbelag und Unterstützung der Tragseile an jedem Brückenende ist z. B. in Fig. 262 dargestellt. Eine entsprechende Ausführung mit nach außen weit übergreifendem Schutzdach, deren Tragseilunterstützung wegen der

besonders schweren Lasten, die darüber hinweggehen, stark versteift worden ist, zeigt Fig. 263. Im Gegensatz zu den anderen Abbildungen fehlen hier die Zugseiltragrollen, da bei der dichten Wagenfolge der Bahn ein Aufliegen des Zugseiles nicht zu erwarten ist.

Gelegentlich kommen natürlich auch ganz aus dem üblichen Rahmen herausfallende Bauarten vor, wie z. B. im Fall der Fig. 264. Hier war von der betreffenden belgischen Eisenbahnverwaltung, deren Strecke unter einem ziemlich spitzen Winkel gekreuzt werden mußte, gefordert worden, daß die Schutzbrücke auch beim etwaigen Herabfallen ganzer Wagen hinreichende Sicherheit bietet, was bei der Gesamthöhe der



Fig. 264. Hohe Schutzbrücke über einer Eisenbahnlinie.

Seile von 24,5 m über dem Erdboden eine sehr schwere Ausführung ergeben hätte, wenn die Brücke nur die notwendige Durchfahrthöhe von 4,8 m über Schienenoberkante gelassen hätte. Da außerdem in der Nähe der Eisenbahn sowieso eine Stütze hätte stehen müssen, so entschloß man sich, die Schutzbrücke, die auf diese Weise verhältnismäßig leicht gehalten werden konnte, bis oben hinaufzuführen und erreichte dadurch noch den Vorteil, daß der Überblick über die Eisenbahn strecke durch die Brücke nicht im geringsten behindert wird.

Bei größerer Ausdehnung des zu schützenden Gebietes, z. B. beim Übergang über Fabrikhöfe oder andere Baulichkeiten ist die Schutzbrücke nicht geeignet, einmal der erforderlichen großen Spannweite wegen und dann, weil sie zu viel Licht fortnimmt, weshalb man solche Stellen mit Schutznetzen abdeckt (Fig. 265). Das Netz wird von zwei

Spiralseilen getragen, die sich auf zwei mit entsprechenden Auslegern versehene Stützen der Bahn auflegen und dahinter an kräftigen Fundamenten verankert sind. Beide Seile werden durch Winkeleisenquerstege im richtigen Abstand voneinander gehalten, und darüber legt sich ein hinreichend feinmaschiges Netz, das nur kleine Stückchen durchläßt, die beim Auftreffen keinen Schaden anrichten können. Da die Stützen durch die senkrechte Mittelkraft des nach beiden Seiten wirkenden Seilzuges eine recht bedeutende Mehrbeanspruchung erfahren, so werden



Fig. 265. Schutznetz.

sie oft durch Verdoppelung der die Ecksäulen bildenden Winkeleisen verstärkt.

Selbstverständlich wird nicht jeder von der Drahtseilbahn überschrittene Weg durch eine Schutzbrücke abgedeckt, denn wenig befahrene Feld- und Nebenwege haben den Schutz ebensowenig nötig wie die angrenzenden Äcker. Nur Straßen mit stärkerem Verkehr, der sich nicht von den Zwischenräumen zwischen zwei Drahtseilbahnwagen abhängig machen kann, werden überbrückt, ebenso natürlich alle Eisenbahnstrecken mit Ausnahme selten befahrener Anschlußgleise u. dgl., ferner unter der Drahtseilbahn gelegene Gehöfte oder von ihr in größerer Höhe überschrittene Fabrikhöfe, wenn häufig unter der Bahnstrecke gearbeitet werden muß (vgl. Fig. 97).

IV. Wirtschaftliche Angaben und gesetzliche Bestimmungen.

1. Volkswirtschaftliche Wirkungen von Drahtseilbahnen.

Auf einige Beziehungen der Drahtseilbahnen zur allgemeinen Volkswirtschaft war bereits in der Einleitung hingewiesen worden, woran sich hier noch weitere, mehr ins Einzelne gehende Ausführungen anschließen mögen.

Während die Eisenbahnen — mit Ausnahme der schmalspurigen Anschlußbahnen — durchgängig zu einer Anhäufung der industriellen Betriebe in den Städten und zu einer weitgehenden Konzentration der Bevölkerung in diesen Industriemittelpunkten beigetragen haben und so das Anwachsen unserer modernen Riesenstädte und die ständig zunehmende Landflucht herbeiführen halfen, ist die Wirkung der kleinen Anschlußbahnen, namentlich der alle Hindernisse mit Leichtigkeit überwindenden Schwebebahnen häufig das Gegenteil der Haupt- und Nebenbahnen, so daß sie eine wichtige Rolle in der Volkswirtschaft spielen. Indem nämlich die Fernbahnen zu einer wesentlichen Steigerung der Bodenpreise in den von ihnen berührten Orten geführt haben, veranlaßten sie zugleich eine zunehmende Entwertung der nicht an ihre Gleise angeschlossenen Gegenden. Gerade diese Gelände bieten demnach für Fabrikanlagen, besonders solche, die die natürlichen Bodenschätze ausnutzen und weiterverarbeiten, hervorragend günstige Bedingungen hinsichtlich des Grunderwerbes und des billigen Lebensunterhaltes der beschäftigten Leute. Nur wird dann der Transport der Fertigfabrikate zu den Weltverkehrswegen teuer, wenn nicht Drahtseilbahnen oder ähnliche Transportmittel als Verbindungsglieder der Fabrikanlagen mit der Fernbahn vorhanden sind und so den Preis der in den Verkehr gebrachten Waren in mäßigen Grenzen halten. In dem Fall sind aber solche abseits gelegenen Betriebe ihren städtischen Konkurrenten gegenüber wesentlich im Vorteil, denn sie haben eine bedeutend geringere Grundrente aufzuwenden und kommen auch mit geringeren Arbeitslöhnen aus. Da ihren Leuten eben infolge der billigen Landpreise die Erwerbung eines kleinen Grundstückes möglich ist, so pflegt das Personal derartiger Betriebe auch bodenständiger und seßhafter zu sein als das in großstädtischen Fabriken derselben Art.

Auch die ausschließlich, oder doch in erster Linie zur Personenbeförderung dienende Drahtseilbahn wird in Zukunft eine ähnliche volkswirtschaftliche Stellung einnehmen, da sie sicher nicht allein einige Aussichtspunkte dem Massenverkehr zugänglich machen wird, sondern auch in Gebirgsländern diejenigen Gebiete an die Fernbahn anschließen und somit besiedelungsfähig machen wird, denen wegen ihrer Unzugänglichkeit für die gebräuchlichsten Verkehrsmittel eine der Allgemeinheit Nutzen bringende Erschließung versagt bliebe und die bestenfalls auf einen umständlichen Postwagenverkehr angewiesen wären.

Es findet hiernach die Wirkung der großen Eisenbahnlinien auf die Verteilung der Bevölkerung eine Kompensation in den leicht und verhältnismäßig billig zu errichtenden Drahtseilbahnen, die so eine ständig zunehmende Bedeutung besitzen. Die Erkenntnis hiervon hat bereits weite Kreise durchdrungen, denn die Zahl der jährlich neuerbauten Drahtseilbahnen nimmt in wachsender Progression zu. Da eine allgemeine Statistik darüber nicht geführt wird und auch schwer zu führen ist, so können hier nur die diesbezüglichen Zahlen aus der Fabrikation der Firma Adolf Bleichert & Co. wiedergegeben werden, die jedoch dadurch allgemeinen Wert erhalten, daß die Firma vom Beginn des fabrikationsmäßigen Drahtseilbahnbaues an dauernd an der Spitze dieses speziellen Zweiges der Technik gestanden hat.

Die Fabrikation wurde von der genannten Firma im Jahre 1875 begonnen. Im Jahre 1880 waren von ihr 78 Bahnen mit einer Gesamtlänge von rund 66 km gebaut worden und einer Gesamtstundenleistung von zusammen etwas mehr als 900 t. 1890 waren 434 Anlagen von zusammen 350 km Länge und mehr als 8500 t Stundenleistung von ihr in Betrieb gesetzt, 1900 waren es 1032 Bahnen mit 915 km Länge und 24300 t Förderleistung in der Stunde, und 1910 betrug die Summe 1875 Drahtseilbahnen mit mehr als 2000 km Gesamtlänge und der stündlichen Leistung von 74 000 t. Die durchschnittliche Förderleistung jeder Bahn stieg von 11,5 t im Jahre 1880 auf 19,5 t im Jahre 1890, 23,5 t im Jahre 1900 und betrug 1910 fast 40 t in der Stunde.

Die besonders auffällige starke Steigerung der Durchschnittsleistung findet ihre Erklärung darin, daß neben den Bahnen mit kleineren und mittleren Fördermengen, die immer noch die Regel bilden, Anlagen mit ganz gewaltigen Stundenleistungen stehen, z. B. die Drahtseilbahnen zu Giove Portello und Rio Albano auf der Insel Elba und in Dombasle sur Meurthe mit je 200 t/St, die Verladeanlage bei Vivero in Spanien mit 250 t/St und die für die Mines et Carrières de Flammanville mit 500 t/St Förderleistung.

In ähnlicher Weise sind die Einzellasten, die auf der Drahtseilbahn befördert werden, mit der Zeit zu früher ungeahnter Höhe angestiegen. Die erste Bleichertsche Bahn in Teutschental förderte in einem

Wagenkasten nur etwa 250 kg. Nach der Einführung von Drahtseilen als Fahrbahn erhöhte sich die einzelne, jedesmal an einem Wagen hängende Last sehr schnell. Lange Zeit stand dann die für die Prometna Banka in Belgrad erbaute Holztransportbahn mit der auf einmal transportierten Nutzlast von 3,5 t unerreicht da; jetzt werden auf einer Bleichertschen, ebenfalls dem Holztransport dienenden Anlage in Bosnien Einzellasten von 3—4 cbm Rundholz mit doppelten, vierrädrigen Laufwerken, sog. Vierradkupplern, befördert, was annähernd 4 t Nutzlast für jede Ladung ausmacht. Das Gesamtgewicht des einzelnen beladenen Wagens übertrifft also noch das eines vollbesetzten Bleichertschen Personenwagens mit 20 Plätzen, der bei gleichfalls 8 Laufrädern nur 4,2 t wiegt. Für größere Nutzlasten als 5 t sind bisher keine Drahtseilbahnen mit kontinuierlichem Betrieb gebaut worden, wohl aber kurze Trajekte und Kabelkrane mit Pendelbetrieb.

Mit dem Vorstehenden ist wohl der für die richtige Würdigung im volkswirtschaftlichen Sinne notwendige Nachweis erbracht worden, daß die moderne Drahtseilbahn tatsächlich in jeder Beziehung als Zubringer für die Fernverkehrswege geeignet ist und ein wichtiges Mittel an die Hand gibt, den Wert von Gebieten zu heben, die vorläufig aus irgendwelchen Gründen brach liegen müssen. Durch die Drahtseilbahn sind auf diese Weise entvölkerte Bezirke wieder bevölkert und dadurch dem Nationalvermögen große Schätze gewonnen worden, die durch andere Verkehrsmittel nicht oder nur unter Anwendung hoher Kosten erreichbar waren.

Ein weiterer Umstand, der der Drahtseilbahn in der Gruppe der maschinellen Transportmittel eine besondere wirtschaftliche Bedeutung verleiht, ist der geringe zur Förderung nötige Energieverbrauch. Selbst wenn es sich um die Bewegung der Lasten nach aufwärts handelt, ist der Energiebedarf wegen der Kleinheit der im Getriebe der Bahn auftretenden Widerstände ein verhältnismäßig geringer. In den Fällen, wo der Transport nach abwärts geht, wirken die Lasten häufig schon von selbst treibend und überwinden bei hinreichender Neigung der Linie alle inneren Widerstände, so daß der Betrieb gänzlich ohne äußeren Kraftbedarf stattfindet. Bisweilen bleibt sogar ein nicht unbedeutender Betrag an Energie verfügbar, den man heutzutage nicht mehr durch Bremsen vernichtet, sondern zum Antrieb von anderen Maschinen verwendet. Und wenn schon die Bahn einen bestimmten positiven Energieverbrauch hat, so ist der davon für die Hin- und Herbewegung der toten Lasten benötigte Anteil ein äußerst kleiner, in welcher Beziehung kein anderes Transportmittel der Drahtseilbahn gleichkommt.

2. Anlage- und Betriebskosten.

Es war bereits an anderer Stelle gesagt worden, daß es nicht zwei Drahtseilbahnen für gleiche Betriebe mit den gleichen Anforderungen gibt, die sich völlig entsprechen, da örtliche Schwierigkeiten, wie die Überschreitung dazwischenliegender Bergkämme oder tiefer Schluchten usw., die Rücksichtnahme auf Eisenbahnen, Schiffahrt und Landstraßen immer Verschiedenheiten in der Ausführung bedingen. Dazu treten noch je nach den besonderen Wünschen der Betriebsleitung Abweichungen in den Endstationen und schließlich die je nach der Gegend sehr verschiedenen Arbeitslöhne, Preise und Transportkosten der Baumaterialien, so daß es ausgeschlossen ist, allgemein gültige Angaben über Anlagekosten von Drahtseilbahnen zu machen. Gerade die letztgenannten Beträge pflegen in unerschlossenen Gebirgen oft außerordentliche Höhe zu erreichen, so kostete z. B. der Kubikmeter Mauerwerk im Kordillerengebirge auf der höchsten Strecke der Drahtseilbahn Chilecito—Upulongos rund 75 Mark. Demgegenüber spielen auf verhältnismäßig flachem Gelände in größeren Industriegebieten wieder die Grunderwerbs- und Pachtkosten eine nicht unbedeutende Rolle, während die eigentlichen Baukosten ziemlich niedrig sind.

Trotzdem ist es möglich, für einzelne Länder und normale Anlagen Mittelwerte anzugeben, die für Überschlagsrechnungen, wenn auch mit Vorsicht, benutzt werden können. Für deutsche Verhältnisse, einfache Sachlage, d. h. flaches Gelände und ungefähr gleiche Höhe der Endstationen, diese auch in einfachster Ausführung angenommen, gibt die Firma Adolf Bleichert & Co. als Mittelwerte einer großen Reihe von ihr erbauter Anlagen folgende Zusammenstellung an, die für die Teile der Strecke und der Endstationen, sowie für die Wagen, aber nicht für den Antriebsmotor und etwaige längere Anschlußhängebahnen gelten. Die Preise verstehen sich ab Fabrik Leipzig, enthalten also auch nicht die Transport- und Montagekosten und die Beschaffung der Holzkonstruktion für die Stützen und Stationen. Eingeschlossen sind dagegen schon Telephon und Spezialbetriebswerkzeuge für die Stationen.

Anlagekosten einfacher Drahtseilbahnen in Mark.

Förderleistung	Bahnlänge in m			
t/St	500	1000	2000	5000
5	9 300	12 750	19 250	41 000
10	10 000	14 250	21 750	47 800
20	11 250	16 500	25 500	57 000
40	14 250	21 500	36 250	83 750
60	17 000	26 000	45 000	104 000
80	19 500	30 000	52 000	122 500
100	21 750	33 500	58 750	140 000

Um die gesamten Anlagekosten zu ermitteln, sind hierzu noch die Ausgaben für den Aufbau der Bahn und die Lieferung des Baumaterials für die Stützen und Stationen hinzuzurechnen, wofür bei einfachen Konstruktionsverhältnissen und Aufbau in Holz 6—7 M. für den laufenden Meter eingesetzt werden können, je nach Lohn- und Geländeverhältnissen. Dazu kommt schließlich, je nach den örtlichen Umständen sehr wechselnd, der Betrag für den Transport aller Teile von Leipzig bis zur Verwendungsstelle und für den etwa nötigen Antriebsmotor. Bei schwierigeren Geländeverhältnissen und größeren Stationen treten naturgemäß noch weitere Erhöhungen ein.

Eine ähnliche Tabelle über die täglichen Förderkosten, die die Firma Bleichert für die gleichen Verhältnisse unter Berücksichtigung der Unkosten für Bahnunterhaltung, Schmierung, Putzmaterial und Bedienung aufgestellt hat, ist die folgende.

Förderkosten einfacher Drahtseilbahnen in Mark/Tag.

Tagesleistung	Bahnlänge in m			
t	500	1000	2000	5000
50	11	12	17	29
100	13	15	20	32
200	16	18	23	38
400	20	23	31	52
600	24	28	36	65
800	27	33	43	79
1000	30	37	48	94

Die Zusammenstellung enthält die Unterhaltungskosten, Lohn- und Schmierölkosten, aber nicht die sehr wechselnden Kosten für Betriebsenergie und die Verzinsung und Tilgung der Anlagesumme. Die Angaben gelten für einen zehnstündigen Betrieb. Da für den Betrieb die Anlageschwierigkeiten nicht mehr viel mitsprechen, so gelten die Ziffern dieser Aufstellung im allgemeinen ohne weiteren Aufschlag.

Die Berechnung der erforderlichen oder auch überschüssigen Antriebsenergie ist auf S. 189 gegeben worden. Vielfach ist es ja nicht nötig, selbst wenn der danach berechnete Betrag ein ziemlich großer ist, Kosten dafür einzusetzen, z. B. wenn der Antrieb von einem Säge-, werk aus erfolgt, wo das Brennmaterial in den Abfällen, die häufig garnicht aufgebraucht werden können, kostenlos zur Verfügung steht. Bemerkt sei noch, daß im allgemeinen angenommen werden kann, daß Bahnen, die nicht gleichzeitig größere Transporte nach aufwärts zu besorgen haben, bei einer Neigung von 6—10 v. H. von selbst laufen, größere Länge und Förderleistung vorausgesetzt; kurze Bahnen von geringer Förderleistung brauchen dazu etwa 15 v. H. Neigung.

Mit Hilfe dieser beiden Tabellen ist es nun leicht möglich, sich wenigstens ein vorläufiges Bild davon zu machen, ob es sich überhaupt lohnt,

die Frage der Anlegung einer Drahtseilbahn näher ins Auge zu fassen. Einige Beispiele aus der Praxis mögen ihre Anwendung näher erläutern.

Beispiel 1. Es sollen täglich 400 t Kalkstein über eine Länge von 5 km 100 m hoch transportiert werden; die Stützen und Stationen der Bahn sind in Eisenkonstruktion auszuführen. Die derzeitigen Transportkosten betragen 1 M./t, mithin die täglichen Ausgaben 400 M.

Die Bausumme der Drahtseilbahn setzt sich zusammen aus:

Mechanische Eisenteile nach Tabelle I	83 750 M.
Errichtung der Bahn bei Ausführung in Holz $6 \cdot 5000 =$	30 000 „
Zuschlag für die Ausführung in Eisen $\frac{2}{3} \cdot 30\,000 =$ . .	20 000 „
Antriebslokomobile von 70 PS Höchstleistung.	15 000 „
Zuschlag für Fracht, Anfuhr, schwierigere Geländeverhältnisse und ausgedehntere Hängebahnen in den Endstationen	35 250 „
Gesamtanlagekosten	184 000 M.

Die täglichen Ausgaben betragen bei 300 Arbeitstagen im Jahr für:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{5}{100} \cdot 184\,000 =$	30,67 M.
$2^1/_2$ proz. Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{2,5}{100} \cdot 184\,000 =$	15,33 „
Förderkosten nach Tabelle II	52,— „
Betriebsenergie für durchschnittlich 40 PS bei einem Kohlenpreis von 22 M./t	8,— „
Gesamtbetriebskosten	106,00 M.

gegenüber 400 M. bisheriger Ausgaben, oder ca. 26,5 Pf./t. Wird die Verzinsung und Tilgung nicht eingerechnet, so ergibt sich eine tägliche Ersparnis von 284,00 M., so daß die ganze Bausumme bereits nach $\frac{184\,000}{284} = 648$ Arbeitstagen oder reichlich 2 Jahren durch die Anlage selbst wieder verdient worden ist.

Beispiel 2. Betrüge die tägliche Fördermenge statt 400 t nur 50 t, so würden die Baukosten der Drahtseilbahn sich wie folgt zusammensetzen:

Mechanische Eisenteile nach Tabelle I	41 000 M.
Errichtung der Bahnlinie in Holz . . . . . . $6 \cdot 5000 =$	30 000 „
Antriebslokomobile von 20 PS Höchstleistung	6 000 „
Zuschlag für Fracht, Anfuhr, schwierigere Geländeverhältnisse und ausgedehntere Hängebahnen in den Endstationen	18 000 „
Gesamtanlagekosten	95 000 M.

Die täglichen Transportkosten würden betragen:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{5}{100} \cdot 95\,000 =$	15,83 M.
$2^1/_2$ proz. Tilgung des Anlagekapitals $\frac{1}{300} \cdot \frac{2,5}{100} \cdot 95\,000 =$	7,92 „
Förderkosten nach Tabelle II	29,— „
Betriebsenergie für durchschnittlich 12 PS bei einem Kohlenpreis von 22 M./t	3,50 „
Gesamtbetriebskosten	56,25 M.

Die tägliche Ersparnis würde verschwinden und sich in das Gegenteil umkehren, denn es würden 6,25 M. Mehrförderkosten erwachsen. Trotzdem würde der Bahnbau sich lohnen, wenn dadurch andere Vorteile zu erreichen sind, z. B. der, daß etwaige Schwierigkeiten bei Beschaffung der Gespanne fortfallen, die während der Erntezeit und auch im Frühjahr zur Zeit der Bestellung der Äcker gemeinhin recht groß zu sein pflegen, oder daß nicht für die dauernde Instandhaltung der Wege gesorgt zu werden braucht, oder auch der, daß bei jedem Wetter gefördert werden kann, also das Lager im Fabrikhofe nur klein gehalten werden braucht usw. Auch das bequemere Be- und Entladen, die Vermeidung von Umladungen und Materialverlusten kann bisweilen in solchen Fällen ausschlaggebend sein, ebenso wie die Möglichkeit, die Förderleistung zeitweise durch Nachtschichten oder Mehrbelastung der Drahtseilbahn zu steigern.

Es sei noch bemerkt, daß die $2^1/_2$ proz. Tilgung nicht einen Bestand der Anlage von 40 Jahren voraussetzt, sondern, da sie immer vom Anlagekapital und nicht von dem jeweiligen Buchwert abgeschrieben wird, eine mit den Jahren stark steigende Tilgung bewirkt, so daß das ganze Kapital bereits nach 23 Jahren abgeschrieben ist.

Beispiel 3. Bei den vorstehenden Berechnungen ist angenommen worden, daß die Drahtseilbahn den Transportweg nicht in nennenswerter Weise abkürzt. Häufig wird aber der Fall eintreten, daß bei dem bisherigen Transport ein größerer Umweg gemacht werden muß, weil ein Fluß oder eine Niederung oder schroffes, mit Wagen unpassierbares Gelände in der Luftlinie dazwischenliegt. Wenn die Drahtseilbahn etwa den Weg auf 1000 m abkürzt, so ergibt sich nach Tabelle I für die mechanischen Eisenteile eine Summe von 12 750 M., dazu für die Holzstützen und Stationen, einschließlich Aufstellung $8 \cdot 1000 = 8000$ M., so daß die Gesamtkosten etwa 31 000 M. betragen werden. Die täglichen Transportkosten würden sich dann belaufen auf:

Verzinsung und Tilgung	$\frac{1}{300} \cdot \frac{7,5}{100} \cdot 31\,000 =$	7,75 M.
Förderkosten nach Tabelle II		12,— „
Betriebsenergie wie vorher		3,50 „
	Gesamtbetriebskosten	23,25 M.

so daß sich eine Ersparnis von 50 — 23,25 = 26,75 M. für den Tag ergeben würde. Die Anlage würde sich durch die Ersparnis in $\frac{31\,000}{26,75}$ = 1160 Arbeitstagen oder ca. $3^3/_4$ Jahren bezahlt machen.

Es muß freilich nochmals betont werden, daß die angegebenen Zahlen mit einer je nach den örtlichen Verhältnissen stark schwankenden Unsicherheit behaftet sind. Eine sichere Kalkulation kann nur gegeben werden, wenn ein alle vorliegenden Verhältnisse berücksichtigendes Projekt von einem Drahtseilbahn-Fachmann aufgestellt und dabei die Anzahl der bei der Anlage mit dem Zu- und Wegbringen des geförderten Gutes usw. beschäftigten Leute festgelegt ist. Besondere Zuverlässigkeit nach der Richtung bieten selbstverständlich die Hauptfirmen dieses Industriezweiges, nicht nur weil sie dank ihrer langjährigen und vielseitigen Erfahrungen in der Lage sind, die zweckmäßigste und billigste Lösung vorzuschlagen, sondern weil ihnen auch auf Grund ihrer in den verschiedensten Gegenden und Weltteilen erbauten Anlagen für jeden Ort die zur zuverlässigen Kalkulation erforderlichen Unterlagen zur Verfügung stehen.

Wenn also die Angaben der beiden Tabellen auch keinen absolut feststehenden Wert haben, so gestatten sie doch einen relativen Vergleich der Drahtseilbahn mit anderen, etwa mit ihr in Wettbewerb tretenden Fördermitteln auf Grund der ebenfalls aus Durchschnittswerten bestehenden Angaben über die betreffenden Transporteinrichtungen. In der zeichnerischen Auftragung der Förderkosten für je 1 tkm (Fig. 266) sind miteinander verglichen Wagenförderung mit Gespannen auf der Straße, Schmalspurbahn mit Pferdebetrieb, Eisenbahntransport und Beförderung mit Hilfe der Drahtseilbahnen bei 5, 20, 60 t stündlicher Leistung. Die Kurven scheinen auf den ersten Blick gleichartig zu verlaufen, besonders da sie bei Förderung über Entfernungen unter 5 km alle stark ansteigen. Man bemerkt jedoch, daß die Kosten der Eisenbahnfracht bei ganz geringen Entfernungen sehr rasch in die Höhe gehen, weil hier die Beträge für die Abfertigung der Wagen und Züge in den Stationen ausschlaggebenden Einfluß gewinnen, der erst bei großen Entfernungen, die nicht mehr mit aufgetragen sind, verschwindet. Demgegenüber bleiben die Förderkosten mit der Drahtseilbahn bei größeren Fördermengen bis zu Entfernungen über 5 km nahezu dieselben und beginnen erst darunter anzusteigen.

Hierbei ist zu beachten, daß zwischen der Fernbahn und der Drahtseilbahn eine eigentliche Konkurrenz nicht besteht, denn die letztere ist lediglich ein Zubringemittel für die Eisenbahn. Dagegen tritt sie oft in unmittelbaren Wettbewerb mit Industrie-Schmalspurbahnen, Feldbahnen und automatischen mit Seil- oder Kettenzug betriebenen

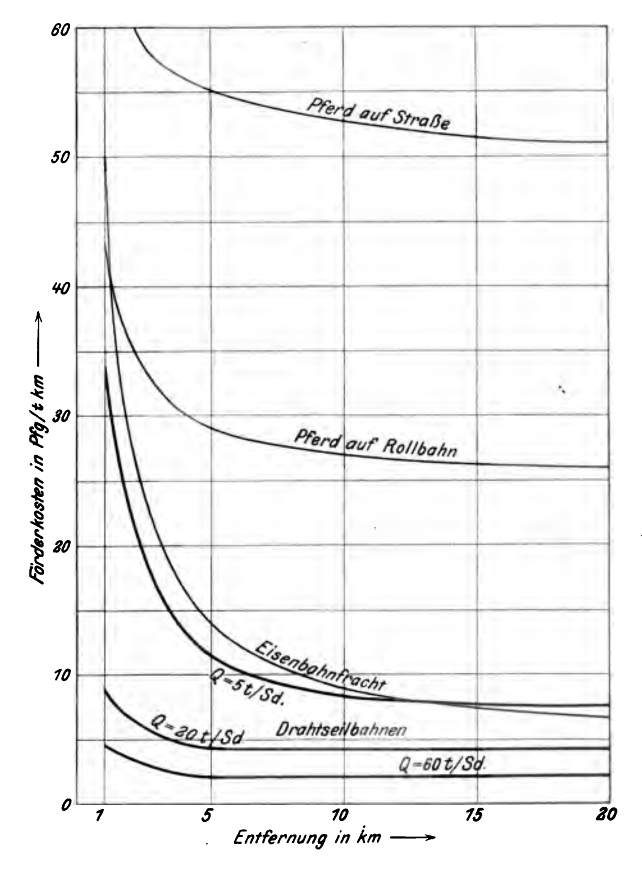


Fig. 266. Vergleich der Förderkosten.

Standbahnen. Die hauptsächlichsten Punkte, die hier zugunsten der Drahtseilbahn sprechen, waren bereits in der Einleitung gestreift worden (vgl. S. 5), nachgeholt mögen noch folgende Bemerkungen werden:

Bei Landstrichen, die unter Kultur stehen, machen die auf dem Erdboden laufenden Bahnen fast stets die Erwerbung fremder Grundstücke für die Linienführung nötig. Sie verlangen zudem umfangreiche Erdarbeiten, oft auch Über- und Unterführung von Straßen, Brücken

und sonstige Kunstbauten, die alle die Anlage wesentlich verteuern. Alle diese Erfordernisse sind bei der Drahtseilbahn auf das geringste Maß heruntergedrückt, da sie nur kleine Flächenstückchen für die Stützenfundamente gebraucht. In der Regel wird für die Überschreitung der fremden Grundstücke und die Benutzung eines schmalen Streifens zur Begehung der Strecke eine kleine Pacht gezahlt, die in Deutschland beispielsweise durchschnittlich 15 Pf. für den laufenden Meter und ein Jahr beträgt. Diese Pachtsumme versteht sich gewöhnlich für einen 3—4 m breiten Streifen, der im übrigen der landwirtschaftlichen Ausnutzung nicht entzogen wird (Fig. 20 und 262) und enthält bereits die Entschädigung für Flurschäden, die durch notwendig werdende Reparaturen an der Bahn hervorgerufen werden. Selbst in der nächsten Nähe von Großstädten bleibt jene Pachtsumme in niedrigen Grenzen, zum Beispiel zahlt die Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Aktien-Gesellschaft bei Dortmund für einen 10 m breiten Streifen jährlich 50 Pf. Pacht auf den laufenden Meter. In manchen Fällen beschränkt man sich auf die Pachtung eines 1 m breiten Streifens zur Begehung der Bahnlinie, der für den übrigen Verkehr gesperrt wird und vergütet durch die Bahn etwa entstandene Flurschäden nach besonderer Abschätzung. Die Plätze für die Stützen wird man zumeist gegen eine einmalige Abfindungssumme auf eine bestimmte Anzahl von Jahren erwerben. Im Fall Deutsch-Luxemburg wurden z. B. für 1 qm 70 Pf. geboten; die Höhe dieses Preises rechtfertigt sich nur durch die Nähe einer in Ausdehnung begriffenen Großstadt.

Ferner ist zu erwägen, daß eine Niveaubahn häufig die Felder zerschneidet und daß nach ihrer Anlage womöglich noch eine Neumelioration des Gebietes eintreten muß. Außerdem hat der Erbauer einer solchen Bahn gewöhnlich die von den einzelnen Grundstücken abfallenden Winkel und Ecken mit zu übernehmen, die, falls nicht — immer mit vielen Schwierigkeiten verbundene — Neuzusammenlegungen stattfinden, landwirtschaftlich nicht weiter bewirtschaftet werden können und für den Bahnbau ebenfalls wertlos sind.

Im Gegensatz zu den obigen überschlägigen Rentabilitätsberechnungen mögen noch einige Beispiele angeführt werden, deren Zahlen einer ausgeführten Anlage entnommen und nach verschiedenen Richtungen charakteristisch sind.

Beispiel 4. Es handelte sich in einem kolonialen Gebiet darum, aus einem Gebirge von etwa 400 m Höhenlage wertvolle Erze zu der 37 km entfernten Küste zu bringen. Zu dem Zwecke wurde zuerst eine Fahrstraße angelegt, auf der man die Erze mit Landfuhrwerk verfrachtete. Hierfür wurden 50 Fuhrwerke und 160 Pferde bereitgestellt, die mit 50 Fuhrleuten und 5 Ladearbeitern täglich höchstens 18 t

über die ganze Strecke schaffen konnten. Außerdem waren in einer Werkstatt 20 eingeborene Stellmacher und Schmiede ständig mit der Ausbesserung des Wagenparkes und der Erneuerung des Hufbeschlages tätig. An Tagelohn wurden für den Fuhrmann 2,20 M., für den Handwerker 3,10 M. gezahlt, während die Ladearbeiter im Akkord täglich 4,85 M. verdienten; ferner betrugen die Futterkosten für die Pferde einschließlich der Materialien für den Hufbeschlag usw. 1,75 M. täglich.

Daraus ergaben sich als Gesamtunkosten 0,962 M. für den Tonnenkilometer, an welcher Summe die Verzinsung des Anlagekapitals mit 5%, die Tilgung des Anlage- und Betriebskapitals mit 20% für den Pferde- und Wagenpark und 10% für Straßenbaukosten einschließlich des Betriebsaufwandes mit 0,151 M., die Löhne für die Mannschaft mit 0,295 M. und die Futter- und Straßenunterhaltungskosten mit 0,516 M. beteiligt waren.

Der Betrag von fast 1 M. für den Tonnenkilometer ist ein sehr hoher und legte den Gedanken nahe, die Förderkosten durch Einführung eines mechanischen Betriebes herabzusetzen. Außerdem stellte es sich heraus, daß der vorhandene Fuhrwerkspark bei fortschreitendem Aufschluß der Grube zur Abfuhr der gesteigerten Produktion bei weitem nicht genügte und daß es schlechterdings unmöglich war, in der wenig besiedelten Landschaft den Pferdebestand und vor allen Dingen die Arbeiterzahl hinreichend zu erhöhen. Ferner folgten aus der mangelhaften, von der Witterung stark abhängigen Erzanfuhr Nachteile für die Übergabe des Materiales an die Dampfer, die oft lange warten mußten, bis sie ihre volle Ladung übernommen hatten, wodurch wieder beträchtliche Mehrausgaben an Liegegeldern entstanden.

Die Bergwerksgesellschaft schritt deshalb zum Bau einer Schmalspurbahn, die allerdings infolge der Geländeschwierigkeiten im Gebirge nicht bis an die Grube selbst herangeführt werden konnte. Immerhin war es möglich, die Bahn bis auf 34 km Länge und 240 m Höhe über dem Meeresspiegel vorzustrecken. Der letzte Teil des Weges von 200 m Höhenunterschied und 3 km Länge wurde wie bisher mittels Fuhrwerksverkehr überwunden. Die im ganzen 400 000 M. kostende Schmalspurbahn arbeitet mit 3 Lokomotiven und 56 Wagen von je 4 t Ladefähigkeit. Zu ihrer Bedienung werden 18 Arbeiter und Beamte benötigt, die im Durchschnitt je 4,65 M. täglich an Lohn bzw. Gehalt beziehen. Die derzeitige Förderleistung, die freilich noch beliebig gesteigert werden kann, beträgt 120 t Erz in 10 Stunden. Um nun diese, gegen früher um fast das siebenfache vermehrte Menge auch auf der 3 km langen Fahrstraße bewältigen zu können, mußte der ganze vorhandene Fuhrpark mit allen 50 Wagen und 160 Pferden im Gesamtwerte von 41 200 M. herangezogen werden und die Bedienungsmannschaft entsprechend der

erhöhten Ausnutzung von Pferden und Wagen eine wesentliche Vergrößerung erfahren, indem jetzt 120 Fuhrleute und 40 Ladearbeiter zu denselben Löhnen wie vorher beschäftigt wurden, während die Arbeiter in der Reparaturwerkstatt und Schmiede dieselben 20 Mann blieben. Außerdem war die Straßenstrecke, um der höheren Beanspruchung zu genügen, weiter auszubauen, wofür wegen des schwierigen Geländes rund 22 000 M. aufgewendet wurden.

Es betrugen also die täglichen Ausgaben auf der Straßenstrecke:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitales von 41 200 + 22 000 M. $= \frac{5}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 63\,200 =$ 10,53 M.

20 proz. Tilgung des Fuhrparks . . . $\frac{20}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 41\,200 =$ 27,45 „

10 proz. Tilgung der Straßenausbaukosten $\frac{10}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 22\,000 =$ 7,33 „

Futter- und Straßenreparaturkosten . . . . $160 \cdot 1{,}75 =$ 280,— „

Arbeiterlöhne . . . . $120 \cdot 2{,}20 + 40 \cdot 4{,}85 + 20 \cdot 3{,}10 =$ 520,— „

Dazu treten die täglichen Ausgaben für die Bahnstrecke:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals $\frac{5}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 400\,000 =$ 66,67 „

10 proz. Tilgung des Anlagekapitals $\frac{10}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 400\,000 =$ 133,33 „

20 proz. Unterhaltung des liegenden und rollenden Materials in einer besonderen, dafür mit allen Einrichtungen versehenen Werkstätte . . . . $\frac{20}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 400\,000 =$ 266,67 „

Gehälter und Löhne für die Beamten und Arbeiter $18 \cdot 4{,}65 =$ 83,70 „

Zusammen 1295,68 M.

Die Förderkosten für den Tonnenkilometer betragen demgemäß $\frac{1295{,}68}{120 \cdot 37} = 0{,}292$ M., wovon 0,055 M. für Verzinsung und Tilgung ausgegeben werden, 0,114 M. als Löhne für die Mannschaft und 0,123 M. als Futter- und Unterhaltungskosten. Bei dem 6,7 fachen der Leistung haben sich also die Förderkosten für 1 tkm um 0,670 M. auf das $\frac{1}{3{,}3}$ fache verringert.

Immerhin verursachte der Wagenverkehr auf der kurzen oberen Strecke noch große Schwierigkeiten, da er bei Regenwetter völlig versagte. Man entschloß sich also, diesen Teil des Transportes durch eine Bleichertsche Drahtseilbahn zu ersetzen, die rund 48 000 M. kostete. Es fallen dadurch alle Fuhrwerke und Pferde fort, und während

früher 180 Leute auf der Strecke tätig waren, werden dort jetzt nur noch 8 beschäftigt, die im Durchschnitt je 3,30 M. Lohn erhalten.

Die täglichen Förderkosten stellen sich jetzt auf:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals	$\frac{5}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 48\,000 =$	8,— M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals	$\frac{10}{100} \cdot \frac{1}{300} \cdot 48\,000 =$	16,— „
Betriebsausgaben für Schmiermaterial und kleine Reparaturen		1,— „
Löhne	$8 \cdot 3{,}30 =$	26,40 „
Dazu die Ausgaben für die Eisenbahn wie vorher		550,37 „
	Zusammen	601,77 M.,

so daß die Kosten für 1 tkm jetzt betragen $\frac{601{,}77}{120 \cdot 37} = 0{,}136$ M. Die Drahtseilbahn ruft also eine Ersparnis von 0,156 M./tkm hervor, oder im Jahre $0{,}156 \cdot 120 \cdot 37 \cdot 300 \backsim 208\,000$ M., die die gesamten Kosten für Beschaffung und Aufstellung der Drahtseilbahn um das $4^1/_3$fache überschreiten, ganz abgesehen davon, daß der Betrieb nunmehr ein durchaus sicherer, von Seuchen und Witterungsverhältnissen unabhängiger und jederzeit erweiterungsfähiger geworden ist.

Betrachtet man die einzelnen Unkostenanteile der Transporte für sich, so ergeben sich interessante Zusammenhänge, die nicht nur für den gerade vorliegenden Fall, sondern ganz allgemein geltende Schlüsse ziehen lassen. Zu dem Zweck sind die Zahlen in der folgenden Tabelle nochmals gegenüber gestellt.

Art der Kosten bei:	reinem Wagentransport 18 t/Tag	Eisenbahn- und Wagentransport 120 t/Tag	Eisenbahn- und Drahtseilbahntransport
Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals . . .	0,151 (zusammen mit Besonderer Betriebsaufwand)	0,055	0,051 M/tkm
Besonderer Betriebsaufwand		0,060	0,060 M/tkm
Löhne	0,295	0,114	0,025 M/tkm
Futterkosten und Straßenunterhaltung	0,516	0,063	—
Gesamtförderkosten . . .	0,962	0,292	0,136 M/tkm

Zunächst fällt auf, daß an der erheblichen Abnahme der Gesamtförderkosten der Aufwand für Verzinsung, Tilgung und Betriebskosten der Förderanlage wenig beteiligt ist. Der größte Unterschied beträgt 4 Pf./tkm. Es liegt das zum Teil daran, daß die Unterhaltungskosten der Eisenbahnanlage sehr bedeutende sind, und man erkennt, daß die ganze Anlage vielleicht noch wesentlich rentabler wäre, wenn sie durchweg als Drahtseilbahn ausgeführt worden wäre. Immerhin zeigt

sich, daß größere oder geringere Aufwendungen für Anlage- und Betriebskapital an sich nur geringen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Transportes haben. Der Vergleich der beiden Posten für Futter- und Straßenunterhaltung lehrt, daß Fuhrwerksbetrieb auf längeren Strecken gänzlich unwirtschaftlich ist, besonders wenn man noch die Personalkosten in Betracht zieht und den Unterschied in der Förderleistung. Der Vergleich der Lohnsummen ergibt dagegen, daß der rein maschinelle Betrieb eben durch die bedeutende Ersparnis an Leuten den größten Erfolg erzielt: Bei derselben Förderleistung hat sich dieser Betrag auf den 4,5 ten Teil verringert.

Die Zahlen, die hier in einem speziellen Fall eine allgemeine Erfahrung belegen, zeigen deutlich, daß dort, wo Massentransporte in immer gleicher Richtung erfolgen, der Fuhrwerksverkehr durchaus unwirtschaftlich ist, selbst wenn es sich um verhältnismäßig kleine Fördermengen in der Stunde handelt, so daß es bei Neueinrichtung von derartigen Transporten unbedingt vorteilhafter ist, gleich von vornherein maschinellen Betrieb vorzusehen. Die obigen Darlegungen beweisen aber auch, daß es selbst dann, wenn nun einmal ein unwirtschaftliches Transportmittel vorhanden ist, in jedem Falle richtig ist, es alsbald zu beseitigen und durch vorteilhafter arbeitende mechanische Anlagen zu ersetzen. Das gilt übrigens nicht für Dauerbetriebe, sondern auch für zeitweilig einzurichtende Transporte, z. B. die Abfuhr von Schutt und Boden bei größeren Bauanlagen, Talsperren usw., und die Heranschaffung der erforderlichen Baumaterialien.

Beispiel 5. Es werde der Fall einer chemischen Fabrik erörtert, wo in einem 10stündigen Arbeitstage 150 t eines Schüttgutes über einen Weg von 60 m zu befördern sind. Hier kommen vier Transportmittel in Frage, die Handhängebahn, die Elektrohängebahn, die Schnecke und das Transportband. Die letzteren beiden allerdings ohne beträchtliche Erhöhung der Kosten nur, wenn die Förderung in gerader Richtung vor sich geht.

Mit Hilfe der Handhängebahn kann die ganze Leistung bei stündlich 20 Wagen von je 750 kg Inhalt noch von einem Mann geschafft werden, denn es stehen für den Hin- und Herweg einschließlich Füllen und Auskippen 3 Minuten zur Verfügung. Die Anlage kostet nach Angabe von Adolf Bleichert & Co. bei 130 m Schienenlänge, einschließlich der erforderlichen Hängeschuhe, Schrauben, des Holzes für die Unterstützungen, der Aufstellung und mit einem Wagen, deutsche Verhältnisse vorausgesetzt, höchstens 2500 M. Der Lohn für die Bedienung beträgt in einer Industriegegend 4 M. für den Mann und Tag. Da die Handhängebahn keine Überwachung, Revision und Unterhaltung benötigt, fallen Kosten hierfür weg; nur für Schmieröl für die Lauf-

zapfen des einen Wagens ist ein kleiner Betrag einzusetzen. Es ergibt sich somit folgende Aufstellung:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals . . .	$\frac{5}{100} \cdot 2500 =$	125,— M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals	$\frac{10}{100} \cdot 2500 =$	250,— „
Betriebskosten: Lohn	$4 \cdot 300 =$	1200,— „
Schmieröl		5,— „
Reparaturen		— „
	Gesamte Jahresunkosten	1580,— M.

Eine Schnecke von 15 t Stundenleistung kostet für je 3 m Länge ohne Antrieb 200 M. Der Preis der Gesamtanlage kommt daher unter Berücksichtigung des Antriebes und der Aufstellung auf etwa 4500 M. Zum Antrieb sind nach den Tabellen der einschlägigen Firmen 7,2 PS nötig, so daß mit einem Zuschlag von 10% für Zwischenverluste 8 PS gebraucht werden. Der Preis der PS-Stunde beträgt im vorliegenden Falle etwa 10 Pf., so daß mit Einsetzung eines mindestens notwendigen Postens von 6% des Anlagekapitals für die häufigen Reparaturen usw. die nachstehende Rechnung erhalten wird:

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals . .	$\frac{5}{100} \cdot 4500 =$	225,— M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals	$\frac{10}{100} \cdot 4500 =$	450,— „
Betriebskosten	$0{,}10 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 300 =$	2400,— „
Reparaturen und Schmierung	$\frac{6}{100} \cdot 4500 =$	270,— „
	Gesamte Jahresunkosten	3345,— M.

Ein Gurtförderer mit Abwurfwagen zum Abgeben des Materials an jeder gewünschten Stelle liefert folgendes Bild:

Anschaffungskosten des Förderers	6400,— M.
Anschaffungskosten des Gummigurtes	1800,— „
Summa	8200,— M.

Lebensdauer des Gurtes im Mittel 4 Jahre.
Energiebedarf einschl. Abwurfwagen ca. 2,5 PS.
Schmierung pro Jahr ca. 280,— M.

Also:

5 proz. Verzinsung von 8200,— M.		410,— M.
10 proz. Amortisation von 6400,— M.		640,— „
25 proz. Amortisation von 1800,— „ (Gurt)		450,— „
Schmierung		280,— „
Stromkosten.	$2{,}5 \cdot 10 \cdot 300 \cdot 0{,}1 =$	750,— „
	Summa	2530,— M.

Die Handhängebahn stellte sich also nicht nur wesentlich billiger in der Anschaffung, sondern auch um 1765 M. bzw. 970 M. billiger im Betrieb als die völlig automatisch arbeitenden Fördermittel, trotzdem der eingesetzte Lohnbetrag ein äußerst hoher ist.

Nun liegt allerdings die hier vorkommende Arbeitsgröße ungefähr an der Grenze der Leistungsfähigkeit eines Mannes beim Hängebahnbetrieb, wenn er gleichzeitig noch das Beladen und Kippen besorgen soll. Würde man auf derselben Strecke eine weitere Steigerung der Leistung der Hängebahn durch Einstellen eines zweiten Mannes erzielen wollen, so würden die Betriebskosten dafür plötzlich um die Lohnsumme für diesen Mann und die Verzinsung und Tilgung des zweiten Wagens in die Höhe gehen. Jedoch ist zu beachten, daß Schnecke und Transportband eine Steigerung der Förderung auf das Doppelte überhaupt nicht gestatten, sondern dazu völlig umgebaut werden müssen.

Beispiel 6. Bei dieser Fördermenge ist aber die Elektrohängebahn das zweckmäßigste Fördermittel, weil sie ohne Führerbegleitung ganz automatisch fährt und im Verhältnis zu den anderen Transportvorrichtungen den geringsten Energiebedarf aufweist. Zur Beleuchtung dieser Verhältnisse werde ein anderes, dem vorigen entsprechendes Beispiel durchgerechnet mit der Fördermenge 30 t/St über die gerade Strecke von 60 m.

Es ergeben sich dann die folgenden Aufstellungen:

1. Handhängebahn. (Preis mit 2 Wagen 2650 M.)

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals . . .	$\frac{5}{100} \cdot 2650 =$	132,50 M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals		265,— „
Betriebskosten: 2 Mann	$2 \cdot 4{,}— \cdot 300 =$	2400,— „
Schmieröl		10,— „
Reparaturen		— „
	Jahresunkosten:	2807,50 M.

2. Schnecke. (Preis 8200 M.)

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals . . .	$\frac{5}{100} \cdot 8200 =$	410,— M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals		820,— „
Betriebsenergie bei 16 PS	$16 \cdot 0{,}10 \cdot 10 \cdot 300$	4800,— „
Schmierung		60,— „
Reparaturen etwa 5% von 8200 M.		410,— „
	Jahresunkosten:	6500,— M.

3. Gurtförderer.

Anschaffungskosten des Förderers	7200,— M.
Anschaffungskosten des Gummigurtes . . .	2000,— „
Lebensdauer des Gummigurtes im Mittel 4 Jahre.	
Energiebedarf einschl. Abwurfwagen ca. 3,2 PS.	
Schmierung pro Jahr.	ca. 300,— „

5 proz. Verzinsung von 9200,— M.		460,— M.
10 proz. Amortisation von 7200,— M.		720,— „
25 proz. Amortisation von 2000,— „ (Gurt)		500,— „
Schmierung		300,— „
Stromkosten.	$3{,}2 \cdot 10 \cdot 300 \cdot 0{,}1 =$	960,— „
	Jahresunkosten:	2940,— M.

4. Elektrohängebahn. (Preis mit 1 Wagen 7400 M.)

5 proz. Verzinsung des Anlagekapitals . . .	$\frac{5}{100} \cdot 7400 =$	370,— M.
10 proz. Tilgung des Anlagekapitals		740,— „
Betriebskosten bei 1 PS Energiebedarf	$1 \cdot 0{,}10 \cdot 10 \cdot 300 =$	300,— „
Bedienung, die nur für die Beladung nötig ist und dort von einem Mann nebenher ausgeführt werden kann, so daß die Hälfte des Lohnes angesetzt wird,	$\frac{1}{2} \cdot 4{,}00 \cdot 300 =$	600,— „
Schmieröl		20,— „
Reparaturen etwa 1% des Anlagekapitals		74,— „
	Jahresunkosten:	2104,— M.

Es stellt sich also in dem Fall die Elektrohängebahn am billigsten mit nur 2104,— M. Jahresunkosten gegenüber 2807,50 M. bei der Handhängebahn, der die anderen vielfach angewandten Transportmittel erst mit 2940,— M. bei dem Transportband und in weitem Abstand mit 6500 M. bei der Schnecke folgen.

Die vorstehenden Darlegungen zeigen, daß bei geringen Förderleistungen der rein automatische Betrieb durchaus nicht der günstigste ist, sondern der Handbetrieb mit einem die leichte Förderung gestattenden Hilfsmittel, das allerdings vielfach nur die Hängebahn sein kann; bei größeren Leistungen und besonders bei längeren Wegen ist die Elektrohängebahn für die sogenannte Innenförderung allen anderen Vorrichtungen und auch dem Handbetrieb weit überlegen. Nur für kleine Mengen und ganz kurze Förderstrecken dürften Schnecke und Transportband wegen der dann nur geringen Energiekosten günstiger sein.

Jedenfalls lehren die aufgeführten Beispiele noch, daß jeder einzelne Fall im Hinblick auf das gerade vorteilhafteste Transportmittel nach

verschiedenen Richtungen für sich untersucht werden muß, denn die örtlichen Lohnsätze und Energiekosten, auch die Weglänge und Transportlänge und schließlich die Gestaltung des Transportweges sind jedesmal von besonderem Einfluß und können die Wirtschaftlichkeit des einen oder anderen Fördermittels wesentlich beeinträchtigen.

3. Gesetze und Bestimmungen, die bei der Anlage und dem Betrieb von Drahtseilbahnen zu beachten sind.

Die verschiedenen Landesgesetze beschäftigen sich mit der Drahtseilbahn insoweit, als die einzelne Bahn Rechte und Interessen anderer Rechtsinhaber und der Allgemeinheit berührt. Da diese Berührung sachlicher oder persönlicher Natur sein kann, so ergeben sich zwei Hauptrichtungen für die gesetzlichen Bestimmungen: einerseits die Festlegung der Rechte des Bauherrn der Drahtseilbahn an fremden Grundstücken und umgekehrt der Besitzer fremder Grundstücke gegenüber dem Erbauer der Drahtseilbahn, andererseits die Verordnungen der Landespolizei und Landesverwaltung zum Schutze von Leben und Gesundheit der mit der Drahtseilbahn irgendwie in Berührung kommenden Personen und zum Schutze des öffentlichen Verkehres. Die bezüglichen gesetzlichen Bestimmungen, Landesverordnungen, polizeilichen und Verwaltungsverfügungen, die diese Rechtsfragen behandeln, sind nicht nur in den verschiedenen Kulturländern, sondern auch in den einzelnen Bundesstaaten des Deutschen Reiches verschieden. Eine erschöpfende Darstellung der Rechtsverhältnisse würde weit über den Rahmen dieses Buches hinausfallen. Jedoch erscheint eine gedrängte Übersicht zweckmäßig, die den wichtigsten Inhalt der gesetzlichen Bestimmungen und Verwaltungs- und Polizeiverordnungen enthält, weil dadurch Winke an die Hand gegeben werden, die dem Erbauer einer Drahtseilbahn die Richtung angeben, in der er sich bei der Erwirkung der Bauerlaubnis und bei der Durchführung des Betriebes zu bewegen hat. Für diese Darstellung kommen demnach die Bestimmungen der größeren Staaten in Frage, von welchen zunächst, um deutsche Verhältnisse zu beleuchten, die Sachlage für Preußen behandelt werden soll, dessen Bestimmungen wegen seines räumlichen und industriellen Übergewichtes für die Mehrzahl der in Deutschland zu bauenden Drahtseilbahnen maßgebend sind.

a) Die Stellung der Drahtseilbahn für Lastenförderung im Rechte Preußens.

In Preußen ist die Drahtseilbahn in allen Gewerbebetrieben mit Ausnahme der Bergwerksunternehmungen der landespolizeilichen Genehmigung und Aufsicht unterworfen und nur im Dienste der letztgenannten Betriebe dem Berggesetz.

Die wesentlichste Grundlage zur verwaltungsseitigen Beurteilung der Drahtseilbahn bildet das Kleinbahngesetz, falls nicht das Berggesetz heranzuziehen ist (vgl. S. 253). Danach ist die erforderliche Genehmigung der Anlage nicht von dem Vorhandensein eines Bedürfnisses abhängig zu machen, so daß einem Industriellen, der eine Drahtseilbahn für seine Zwecke anlegen will, nur spezielle nebensächliche und häufig von der Baufirma als selbstverständlich erfüllte Vorschriften gemacht werden können, aber nicht die Genehmigung versagt oder die Errichtung einer anderen Transportvorrichtung vorgeschrieben werden kann.

Die Instanz, bei der die Genehmigung beantragt werden muß, ist bei Anlagen, die innerhalb desselben Verwaltungsbezirkes bleiben, der Landrat oder in Städten die Ortspolizeibehörde, bei ausgedehnteren Bahnen, die sich über verschiedene Verwaltungsbezirke erstrecken, der Regierungspräsident im Einvernehmen mit der Eisenbahndirektion, in deren Bezirk die Bahn erbaut werden soll. Die Genehmigung, über die eine Urkunde ausgestellt wird, wird auf Grund einer vorhergehenden polizeilichen Prüfung erteilt, die sich auf die betriebssichere Beschaffenheit der Bahn und der Betriebsmittel und den Schutz gegen schädliche Einwirkungen der Anlage und des Betriebes (Schutzbrücken) erstreckt. Zu dem Zweck ist mit dem Antrag eine Beschreibung und Zeichnung der Bahn in mehreren Exemplaren einzureichen. Die Eisenbahn kommt nur dann in Frage, wenn Eisenbahneigentum berührt oder überschritten wird. Andererseits kommen aber auch Gemeindebehörden, Post-, Forst-, Bergfiskus in Frage, wenn ihr Gebiet berührt wird. Jede Zeichnung ist in so viel Exemplaren einzureichen als Behörden an der Prüfung beteiligt sind.

Der Gewerbeordnung unterliegt die Genehmigung zur Errichtung der Drahtseilbahn an sich nicht. Trotzdem wird der Gewerbeaufsichtsbeamte mit der Prüfung im Hinblick auf die Forderungen der Gewerbeordnung betraut, weil die Polizeibehörden durch einen Ministerialerlaß angewiesen sind, alle Baugesuche, die gewerbliche Anlagen betreffen, dem zuständigen Gewerbeinspektor zur Begutachtung vorzulegen, also auch die Gesuche über Gewerbebetrieben dienende Drahtseilbahnen. Die Bestimmungen der Gewerbeordnung sind genereller Natur, lassen demnach der persönlichen Auffassung der einzelnen Gewerbeaufsichtsbeamten einigen Spielraum, so daß immerhin Unterschiede in der Handhabung der einschlägigen Bestimmungen vorhanden sind. Diese Prüfung beschränkt sich aber auf die Feststellung der Gefahrlosigkeit des Drahtseilbahnbetriebes gegenüber den mit ihm im Gewerbebetrieb in Berührung kommenden Personen, also in erster Linie des Bedienungspersonales und dann der die Bahnlinie passierenden Arbeiter des Werkes.

Eine Abnahme von Drahtseilbahnneuanlagen findet nur durch die allgemeine Landespolizei bzw. in städtischen Bezirken durch die Bau-

polizei, aber nicht durch die Gewerbeinspektion statt. Jedoch ist die Gewerbeinspektion zur Revision der Drahtseilbahnanlage, soweit sie in Berührung mit dem übrigen Gewerbebetrieb steht, auf Grund des § 139 B der Gewerbeordnung befugt. Findet sie hierbei Mängel, die ihrer Ansicht nach zur Gefährdung von Personen Anlaß geben können, so hat sie auf gütlichem Wege die Beseitigung dieser Mängel zu erstreben oder, wenn auf diese Weise nichts zu erreichen ist, eine Abstellung durch polizeiliche Verfügung auf Grund des § 120d G 6 (Strafparagraph 147. I. 4 G. 6 der Gewerbeordnung) zu erzwingen.

Neben dieser Aufsicht, die im Auftrage der Landespolizei von der Gewerbeinspektion ausgeübt wird, hat die Landespolizei die Kontrolle über die Einhaltung der Vorschriften durchzuführen, die von den verschiedenen Berufsgenossenschaften für die ihnen unterstehenden Betriebe erlassen sind. Beispielsweise verlangen die Unfallverhütungsvorschriften der Rheinisch-Westfälischen Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft, die in § 112 der Reichs-Versicherungsordnung vom 19. Juli 1911 ihre Grundlage finden, daß bei Drahtseilbahnen zwischen Abgangs- und Empfangsstation zuverlässig wirkende Signalvorrichtungen vorhanden sein müssen — als ausreichend werden Klingelsignale angesehen — und daß die Seile zeitweise zu kontrollieren sind. Diese Bestimmungen verpflichten außerdem den Unternehmer dazu, die Drahtseilbahnkippwagen so einzurichten, daß sie bei richtiger Beladung während des Transportes nicht kippen können. Dem Arbeiter schreiben sie vor, die Kippwagen unter gleichmäßiger Verteilung der Last zu beladen und die Wagenverschlüsse, die ein Aufkippen der Wagen verhindern sollen, sorgsam zu benutzen.

Im übrigen fordert die Landespolizei nur, wie schon oben erwähnt, daß bei Übergängen über öffentliche Wege, die einen größeren Verkehr aufweisen, dieser durch etwa herabfallendes Ladegut nicht gefährdet wird. Daher sind in solchen Fällen in der Regel Schutzbrücken oder Schutznetze anzubringen.

Bei Überschreitung von Kommunaleigentum oder kommunalen öffentlichen Wegen sind auch die Kommunalbehörden um die Genehmigung der Drahtseilbahn anzugehen, die gewöhnlich ebenfalls unter Vorschreibung von Schutzbrücken erteilt wird. In gleicher Weise ist bei der Überschreitung von Forstgelände, Wasserstraßen oder Telegraphenleitungen die Erlaubnis der Forst-, Wasser- bzw. Postbehörden einzuholen.

Der Fall, daß die preußischen Staatseisenbahnlinien von Drahtseilbahnen überschritten oder berührt werden, tritt naturgemäß oft ein. Die Eisenbahndirektion muß sich also mit der Drahtseilbahn einmal insofern beschäftigen, als sie das Eisenbahneigentum berührt, d. h. bei Kreuzungen von Eisenbahnstrecken oder beim Anschluß an diese

und bei pachtweiser Benutzung von der Eisenbahn gehörigem Gelände, andererseits sieht aber auch das Kleinbahngesetz von vornherein die Mitwirkung der Eisenbahnbehörden bei der Genehmigung der Anlage vor. Allerdings nennt das Kleinbahngesetz vom 28. Juli 1892 und die zugehörige Ausführungsanweisung vom 18. August 1898 die Drahtseilbahnen gar nicht und erstreckt sich ja dem ganzen Inhalt nach in erster Linie auf Standbahnen, doch sind alle Kommentare darüber einig, daß die Drahtseilbahnen ebenfalls darunter fallen, speziell unter die §§ 3, 4, 5, 17, 22.

Das darauf beruhende Genehmigungsverfahren wurde in den einzelnen Direktionsbezirken verschieden gehandhabt, und die Direktionen gingen in der Prüfung der Unterlagen zum Teil so weit, daß sie sämtliche rechnerischen Einzelheiten selbst nachrechneten. Diese starke Belastung der Behörden, die zudem den Eindruck erwecken konnte, als ob das behördliche Genehmigungsverfahren und die staatliche Aufsicht den Kleinbahnbauer und den Kleinbahnbesitzer von jeder Verantwortung befreie, veranlaßte den Minister der öffentlichen Arbeiten zu einem Erlaß, in dem bezüglich der von Kleinbahnen bei den Eisenbahnbehörden für die Genehmigung ihrer Bauten einzureichenden statischen Berechnungen usw. unter anderem ausgeführt wurde, daß durch die im Kleinbahngesetze und der zugehörigen Ausführungsanweisung vorgeschriebene Genehmigung und Aufsicht von Kleinbahnen seitens der Staatsbahnverwaltung den Kleinbahnunternehmern die Verantwortung für die Betriebssicherheit ihrer Anlagen nicht abgenommen werden soll. Die bei der Genehmigung mitwirkenden Eisenbahnbehörden sind vielmehr befugt, von den Kleinbahnunternehmern zu verlangen, daß die Entwürfe mit den Festigkeitsberechnungen von zuverlässigen Fachleuten aufgestellt und mit einem Vermerk über die technische und rechnerische Nachprüfung durch einen an der Aufstellung nicht beteiligten Sachverständigen versehen werden, von dem die Prüfungsbescheinigung zu unterzeichnen ist. Dieser Forderung nicht genügende Angaben werden zurückgewiesen, die ihnen entsprechenden hauptsächlich daraufhin übergeprüft, ob die anerkannten technischen Regeln befolgt und Lücken, die auf die Betriebssicherheit einwirken könnten, nicht vorhanden sind.

Das abgekürzte Prüfungsverfahren schließt jedoch nicht aus, daß in den Fällen, in denen es sich um Berührung mit der Staatsbahn handelt, also bei Anschlüssen, Kreuzungen usw., die zuständigen Staatseisenbahn-Verwaltungsbehörden auf Grund des Runderlasses vom 9. Juli 1903, Absatz 2, Ziffer 2 (Eisenbahnverordnungsblatt 232) den Unternehmern beratend und helfend zur Seite stehen.

Nach diesem Erlaß sind also die Unterlagen für die Bauwerke von Drahtseilbahnen, soweit sie die Staatseisenbahn berühren, vor der

Einreichung an die Behörde von einem Sachverständigen zu überprüfen. Diese Prüfung gehört mit zu den Aufgaben, die dem Besteller der Drahtseilbahn vor der Ausführung des Einzelprojektes ebenso obliegt, wie beispielsweise die Auseinandersetzung mit den in Frage kommenden Grundbesitzern, während der Drahtseilbahnfabrikant nur die zeichnerischen und rechnerischen Grundlagen liefert.

Was die Gesichtspunkte anlangt, die der Sachverständige bei der Prüfung der Unterlagen anzuwenden hat, so ist es selbstverständlich, daß er sich einmal nach den allgemein anerkannten Regeln der Ingenieurwissenschaft zu richten hat, andererseits ist er aber im großen und ganzen auf die Angaben angewiesen, die ihm von der die Bahn erbauenden Firma gemacht werden, weil ihm naturgemäß in der Mehrzahl aller Fälle die dafür erforderliche Spezialerfahrung im Drahtseilbahnbau fehlen muß, da die in diesem Fach verantwortlich arbeitenden Ingenieure mit wenigen Ausnahmen in ihrer Stellung bei den Spezialfabriken bleiben und nicht als Zivilingenieure tätig sind. Man sollte es daher auch ablehnen, wenn gelegentlich der Sachverständige bei der Prüfung den von den Spezialfabriken gewählten Belastungsansätzen und Festigkeitszahlen etwa diejenigen gegenüberstellt, die gewöhnlichen Hochbauten zugrunde gelegt werden; denn zwischen einer Drahtseilbahnstation und einem Wohn- oder Fabrikgebäude oder einer Halle besteht ein großer Unterschied, und die jeweiligen Belastungsannahmen für die Drahtseilbahngerüste sind nur auf Grund spezieller Erfahrungen und Kenntnis der Betriebsverhältnisse festzulegen.

Die Schutzvorrichtungen, die bei der Kreuzung von Staatsbahngleisen anzubringen sind, haben im allgemeinen nur die Bestimmung zu erfüllen, aus übervoll beladenen Seilbahnwagen etwa herabfallendes Fördergut aufzufangen und so den Verkehr zu schützen. Aus diesem Grunde läßt die preußische Staatsbahnverwaltung neben der festen Schutzbrücke auch das unter den Laufseilen der Drahtseilbahn ausgespannte Schutznetz zu.

Die Post- und Forstbehörden, sowie die Strombauverwaltungen schließen sich in ihren Ansprüchen eng an die Forderungen der Eisenbahnbehörden an.

Eine besondere Stellung nehmen die Drahtseilbahnen ein, die von Bergwerksunternehmungen für Zwecke des Bergbaues erbaut werden, obwohl das preußische Berggesetz vom 24. Juni 1865 die damals noch nicht bekannten Drahtseilbahnen naturgemäß gar nicht erwähnt.

Es befaßt sich nur mit Eisenbahnen schlechthin, aber alle Kommentatoren des Berggesetzes und die ständige Rechtssprechung stimmen darin überein, daß unter dem Ausdruck „Eisenbahnen“ auch die Drahtseilbahnen zu verstehen sind. Demzufolge steht dem Bergwerks-

eigentümer das Recht der Enteignung fremder Grundstücke zu, die für die Drahtseilbahnen etwa gebraucht werden, denn nach § 64 dieses Gesetzes hat der Bergwerkseigentümer die Befugnis, die Abtretung des zu seinen bergbaulichen Zwecken erforderlichen Grund und Bodens nach näherer Vorschrift des fünften Teiles zu verlangen. Der erste § 135 dieses fünften Teiles besagt eingehender: „Ist für den Betrieb des Bergbaues und zwar zu den Grubenbauen selbst, zu Halden, Belade- und Niederlageplätzen, Wegen, Eisenbahnen, Kanälen, maschinellen Anlagen, . . . die Benutzung eines fremden Grundstückes notwendig, so muß der Grundbesitzer, er sei Eigentümer oder Nutzungsberechtigter, dasselbe an den Bergwerksbesitzer abtreten.“ Das hierdurch gewährte Enteignungsrecht steht, wie beispielsweise Geh. Bergrat Professor Dr. Adolf Arndt, ein bekannter Kommentator des Berggesetzes, sagt, dem Bergwerksbesitzer nicht nur für solche Eisenbahnen, Kanäle, Wege usw. zu, die zur Verbindung der Förderpunkte mit anderen oder mit einer Aufbereitungsanstalt oder einem Zubehör dienen, sondern auch für solche, die diese Punkte zum Zwecke des besseren Absatzes der Produkte mit einer öffentlichen Eisenbahn, einem Kanal usw. verbinden.

Demgemäß hat der Bergwerksbesitzer in Preußen freie Hand bei der Disponierung seiner Drahtseilbahnen und ist von dem guten Willen der Grundbesitzer, deren Grundstücke er überschreiten muß, unabhängig, denn er hat gar nicht die Notwendigkeit der Anlage einer Drahtseilbahn nachzuweisen, sondern nur die Notwendigkeit der Benutzung fremder Grundstücke. Geregelt wird das Verfahren nach den §§ 138, 142, 143, 145, 147 des Berggesetzes:

„Wenn feststeht, daß die Benutzung des Grundstückes länger als 3 Jahre dauern wird, oder wenn die Benutzung nach Ablauf von 3 Jahren noch fortdauert, so kann der Grundeigentümer verlangen, daß der Bergwerksbesitzer das Eigentum des Grundstückes erwirbt.“ (§ 138.)

„Können die Beteiligten sich über die Grundstücksabtretung nicht gütlich einigen, so erfolgt die Entscheidung darüber, ob, in welchem Umfange und unter welchen Bedingungen der Grundbesitzer zur Abtretung des Grundstückes oder die Bergwerksgesellschaft zum Erwerb des Eigentumes verpflichtet ist, durch einen gemeinschaftlichen Beschluß des Oberbergamtes und der Regierung.“ (§ 142). Die „Regierung“ ist der Bezirksausschuß. Der Enteignungsantrag ist an das Oberbergamt zu richten und muß den Namen und Wohnort der Grundeigentümer und Nutzberechtigten enthalten, gegen die der Anspruch auf Grundabtretung erhoben wird, die Bezeichnung der abzutretenden Grundfläche nach Lage, Größe und Grenzen, die Bezeichnung und Beschreibung der Anlage, zu der die Grundstücke verwendet werden sollen, die mutmaßliche Dauer der Benutzung, das Anerbieten einer bestimmten

Nutzungsentschädigung bzw. Kaufsumme, die Angabe, daß die gütliche Einigung auf dieser Grundlage vergebens versucht ist. Beizufügen sind dem Antrage eine beglaubigte Abschrift des Grundbuchblattes der abzutretenden Grundstücke, eine Situationszeichnung über die abzutretenden Flächen, von einem konzessionierten Markscheider oder Landmesser angefertigt, in drei Exemplaren, ein Auszug aus der Grundsteuermutterrolle, der Schriftwechsel, aus dem sich ergibt, daß der Einigungsversuch erfolglos geblieben ist, und bei größeren Anlagen ein Projekt der Anlage.

Der Antrag wird den Gegnern mitgeteilt, es werden Kommissare zur Abhaltung eines örtlichen Termines ernannt und beiden Teilen bekanntgegeben mit der Aufforderung, einen Sachverständigen für die Abschätzung zu benennen. Die Kommissarien ernennen einen dritten Sachverständigen und setzen den Enteignungstermin fest. (§ 143.)

Wenn so das preußische Berggesetz dem eine Drahtseilbahn erbauenden Bergwerk auf der einen Seite ein wertvolles Recht übermittelt, so verlangt es auf der anderen Seite einen bestimmten Einfluß auf Anlage und Betrieb, indem es diese der Genehmigungspflicht unterwirft. Nach dem § 67 des allgemeinen Berggesetzes muß die von bergbaulichen Betrieben beabsichtigte Errichtung einer Eisenbahn der Bergbehörde vor der Ausführung durch einen Betriebsplan angezeigt werden, die darauf in eine Prüfung der Anmeldung eintritt. Erhebt nun die Bergbehörde, d. h. der Kgl. Bergrevierbeamte binnen 14 Tagen nach der Vorlegung des Betriebsplanes keinen Einspruch dagegen, so ist der Bergwerksbesitzer zur Ausführung befugt (§ 68). Wird aber von dem Bergrevierbeamten in dieser Zeit Einspruch erhoben, dann steht dem Bergwerksbesitzer Berufung an das Oberbergamt zu, das die Angelegenheit prüft und seine Entscheidung in einem Entschluß festsetzt und dem Bergwerksbesitzer mitteilt.

Ebenso wie bei den der Landespolizei unterworfenen Drahtseilbahnanlagen behandelt auch die Bergbehörde die Angelegenheit mit anderen Behörden gemeinsam, wenn deren Interessen durch die geplante Anlage berührt werden, wobei die Leitung des Verfahrens in der Hand der Bergbehörde bleibt. Es werden daher bei dem Genehmigungsverfahren von dem Bergrevierbeamten bzw. dem Oberbergamte auch die Landespolizeibehörden, die Post-, Forst-, Eisenbahnbehörden und Stromverwaltungen hinzugezogen. Die Handhabung der Prüfung der Unterlagen ist, da die gesetzlichen Bestimmungen wenig ins einzelne gehen, mehr oder weniger der persönlichen Auffassung der Organe der unteren Bergbehörde überlassen und demgemäß verschieden. Daher ist es häufig zweckmäßig, sich bei Neuanlagen der Erfahrungen der auf dem Gebiete des Drahtseilbahnbaues maßgebenden und mit den Bergbehörden in ständiger Berührung stehenden Firmen zu bedienen.

Es ist noch zu bemerken, daß die polizeiliche Abnahme der Drahtseilbahn im Bergbau durch die zuständige Bergbehörde erfolgt, beispielsweise in Preußen durch einen Kommissar des Oberbergamtes oder durch den zuständigen Bergrevierbeamten. Zuweilen sind bei der Abnahme auch die schon genannten anderen Behörden zugegen, sofern deren Interessen berührt werden, doch lassen sich diese häufig von der Bergbehörde vertreten und überlassen ihr die Abnahmeformalitäten in vielen Fällen vollständig.

b) Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn in Deutschland, mit Ausnahme von Preußen.

In den für den Bergbau außer Preußen noch in Frage kommenden deutschen Bundesstaaten liegen die bergrechtlichen Verhältnisse sehr ähnlich wie dort; doch würde es zu weit führen, wenn hier im einzelnen auf jede dieser Bestimmungen eingegangen werden sollte.

Sofern die Drahtseilbahnen Unternehmungen anderer als bergbaulicher Art dienen, greifen in den außerpreußischen Bundesstaaten die landespolizeilichen Organe im allgemeinen in ähnlicher Weise wie in Preußen ein.

c) Die rechtliche Stellung der Drahtseilbahn im Auslande.

α) Österreich.

Im Gegensatz zu deutschen Verhältnissen steht in Österreich-Ungarn der Drahtseilbahn, die dort allgemein als Eisenbahn behandelt und betrachtet wird, in allen Fällen das Enteignungsrecht zu, doch ist insofern ein Gegensatz zur bodenständigen Kleinbahn gegeben, als die Prüfung der Unterlagen durch das K. K. Eisenbahn-Ministerium nur dann erfolgt, wenn Gleise, auch solche auf Werks- und Fabrikbahnhöfen, überschritten werden. Nur Personenschwebebahnen unterliegen stets der Genehmigung und Prüfung durch das K. K. Eisenbahn-Ministerium. Die Verhältnisse sind sonst ähnlich wie in Deutschland, wenn auch das Verfahren der Genehmigung etwas umständlicher ist. Der Bergwerksbehörde unterstehen die Drahtseilbahnen in bergbaulichen Betrieben, der Bezirkshauptmannschaft die anderen Drahtseilbahnen, die in das Ressort der Landespolizeiverwaltung fallen. Die Genehmigung und Abnahme erfolgt in zweimaliger Behandlung, indem eine doppelte Begehung der Linie stattfindet. Bei der ersten Begehung der Strecke zu der alle Behörden, deren Interessen berührt werden, Vertreter senden und die beteiligten Grundbesitzer geladen werden, werden im allgemeinen die grundrechtlichen Verhältnisse geregelt und es wird bestimmt, daß die Anlage dem Projekt entsprechend ausgeführt wird, in gutem Zustande zu erhalten ist und bei etwaigen Änderungen rechtzeitig um die Genehmigung nachgesucht wird. Dabei darf aber nicht

eher mit dem Bau begonnen werden, als bis die den einzelnen Grundbesitzern zuzusprechenden Entschädigungen für die Rechte an ihrem Grundstück bezahlt sind. Außerdem wird eine bestimmte Frist für die Bauausführung vorgeschrieben und es werden besondere Vorschriften über Sicherheitsmaßnahmen gegeben. Nach Beendigung des Baues hat die sogenannte Kollaudierung, das ist die Abnahme durch eine Begehung von Vertretern der in Frage kommenden Behörden zu erfolgen, die bei dieser Gelegenheit etwa noch erforderliche Vorschriften für die Behandlung der Bahn erlassen können. Diese Vorschriften beziehen sich in der Hauptsache auf die Sicherheit von Personen und die Beseitigung von Gefahren, die durch die Bahn den Grundstücken und deren Benutzern gebracht werden können. In der ersten Begehungskommission werden aber in der Regel auch bestimmte Punkte festgelegt, von denen bei der Konstruktion der Stützen und Stationen, bei der Führung des Zugseiles, Lagerung der Tragseile, dem Aufbau der Strecke usw. ausgegangen werden muß. So wird beispielsweise bestimmt, in welcher Weise die Stützen zu fundamentieren oder einzurammen sind, welche Vorschriften für elektrische Einrichtungen zu gelten haben, welche Ansprüche an die Bremsen gestellt werden und welche Geschwindigkeit im Betrieb zugelassen wird, so daß der Lieferant der Drahtseilbahn in Österreich erst nach der ersten Streckenbegehung mit der Ausarbeitung der Konstruktionszeichnungen beginnen kann.

β) Ungarn.

In Ungarn unterstehen sämtliche Drahtseilbahnen dem Handelsministerium. Ebenso wie in Österreich sind zwei Begehungen, eine vor dem Baubeginn und eine Kollaudierungsbegehung notwendig. Die Ausführungsbestimmungen technischer Art sind für manche Einzelheiten recht eingehend, indem beispielsweise Vorschriften erlassen sind, in welcher Weise die Stützen bei bestimmter Höhe fundamentiert werden müssen. Die Schutzbrücken über öffentliche Straßen müssen auch für den Absturz eines Wagens bemessen werden. Das Handelsministerium verlangt außerdem die Zeichnungen in sehr vielen Exemplaren und in sauberer, mit Farben angelegter Ausführung, ferner meist auch die statische Berechnung für jede einzelne Stütze besonders durchgeführt, selbst wenn nur geringe Unterschiede in der Höhe und Belastung bestehen. Wenn die Bestimmungen so auf der einen Seite eine umständlichere Behandlung der Objekte vorsehen, die auch entsprechende Zeit in Anspruch nimmt, so läßt das Handelsministerium auf der anderen Seite in seinen Vorschriften Materialbeanspruchungen zu, die häufig über die in Deutschland üblichen hinausgehen.

γ) Europäisches und überseeisches Ausland, außer Österreich und Ungarn.

Die Verhältnisse liegen im allgemeinen ähnlich wie in Deutschland mit Ausnahme von England, Rußland und sämtlichen amerikanischen Staaten, wo weder eine Anmeldungs- noch Abnahmepflicht für die Errichtung und den Betrieb von Drahtseilbahnen besteht und wo der Projektausführung nur eine privatrechtliche Auseinandersetzung des Unternehmers mit den beteiligten Grundstücksbesitzern vorangehen muß, bei welcher Gelegenheit zum Beispiel Eisenbahnen bestimmte Bedingungen, wie Errichtung von Schutzbrücken oder Anbringung von Schutznetzen geltend machen können.

In Frankreich wird die Drahtseilbahn nur insoweit verwaltungsrechtlich berührt, als sie sich an Eisenbahnen, öffentlichen Wegen, Flüssen und Kanälen anschließt oder diese überschreitet. Die Pläne bezüglich der zu treffenden Sicherheitsmaßnahmen sind, sobald Eisenbahnen in Frage kommen, dem Kriegsministerium, sofern öffentliche Wege oder Wasserläufe überschritten werden, der Administration des ponts et chaussées zur Genehmigung vorzulegen. In den gleichen Fällen ist eine Genehmigung der bezüglichen Bauwerke in Belgien, den nordischen Ländern, Spanien und Italien, einzuholen. Ein Enteignungsrecht besteht in Spanien und Italien zugunsten der Drahtseilbahnen im Bergwerksbetrieb und für solche Anlagen, die dem öffentlichen Interesse dienen.

V. Die örtliche Bauausführung und der Betrieb der Drahtseilbahnen.

1. Die örtliche Ausführung.

Nachdem von der Maschinenfabrik die Konstruktionsteile fertiggestellt und angeliefert sind, handelt es sich darum, sie zur Aufstellung zu bringen. Zu diesem Zwecke muß die örtliche Arbeit inzwischen derart vorbereitet sein, daß die Konstruktionsteile möglichst sofort bei ihrer Ankunft an Ort und Stelle gebracht und aufmontiert werden.

Der Gang der örtlichen Ausführung gestaltet sich etwa wie folgt: Da für die Herstellung der Ausführungszeichnungen der Konstruktionsteile und der örtlichen Arbeiten ein genaues Profil der Seilbahnstrecke vorhanden sein muß, so ist die Bahnlinie bereits bei Ausarbeitung der Bauentwürfe genau vermessen und festgelegt worden. Der Bauherr beginnt nun damit, auf Grund dieser Zeichnungen der Seilbahnfabrik die einzelnen Bauobjekte, Stützen, Stationen, Spannvorrichtungen, Schutzbrücken usw. festzulegen, wozu ihm die Fabrik ihre Geometer oder Monteure vereinbarungsgemäß beistellt. Dann werden die Fundamentgruben ausgehoben, um mit dem Aufmauern oder Stampfen der Fundamente beginnen zu können, ebenso werden auch etwa erforderliche Geländeeinschnitte durch vorspringende Berggrate hergestellt. Wird die Bahn mit Holzgestellen ausgeführt, so werden die Hölzer auf Grund der Zeichnung der Maschinenfabrik beschafft und abgebunden, so daß sie schnellstens auf den Fundamenten aufgestellt werden können. Bei einer weniger wichtigen Anlage, für welche mit kürzerer Betriebszeit zu rechnen ist, werden die Stützen auch vielfach in die Erde eingegraben. Handelt es sich um eine Anlage mit Eisengestellen, so müssen diese je nach den Fortschritten der Fundamentierungsarbeiten auf die Strecke gebracht und dort zusammengenietet und aufgestellt werden.

Gleichzeitig mit den Unterstützungen werden auch deren Sonderausrüstungen, als Auflagerschuhe für die Tragseile und Tragrollen für das Zugseil, mit aufgebracht, das gleiche geschieht bei den über wichtige Wege zu erbauenden Schutzbrücken. Die Spannvorrichtungen erhalten ihre Ausrüstung zur Anspannung der Tragseile und sobald die Spannteilstrecke einer größeren Bahn soweit fertiggestellt ist, daß die Tragseile aufgebracht werden können, werden diese auf der Strecke ausgelängt, durch die Zwischenkupplungen zur durchgehenden Laufbahn

verbunden und auf die Stützen aufgelegt, worauf sie durch Einhängen und Belasten der Gewichtskasten die für den Betrieb erforderliche Spannung erhalten.

Die Endstationen und etwa vorhandene Zwischenstationen erfordern für die Aufstellung der Holzgerüste oder Eisengestelle und das Anmontieren der mechanischen Konstruktionsteile gewöhnlich die meiste Arbeit und sind diejenigen Bauobjekte, die meistens zuletzt fertig werden. In die eine Station muß stets das Antriebsvorgelege mit den zugehörigen Gegenscheiben und dem etwaigen Antriebsmotor eingebaut werden, in die entgegengestzte Station zumeist die Zugseilspannvorrichtung nebst Zubehör. Hierzu kommen die Hängebahnschienen, welche die einzelnen Seillaufbahnen zur durchgehenden Strecke miteinander verbinden und den Kreislauf des Systemes schließen. Sind endlich die Stationen fertiggestellt, so werden die vorher gereinigten Seilbahnwagen aufgehängt und langsam über die Strecke verteilt, wobei sie zuerst in größeren Abständen bleiben müssen, damit man so nach und nach zur Aufnahme des vollständigen Betriebes schreitet.

Es war bereits oben gesagt worden, daß die örtlichen Nebenarbeiten zweckmäßig vom Bauherrn selbst ausgeführt oder an ortsangesessene Unternehmer vergeben werden. Diese Art des Zusammenarbeitens ist die allgemein übliche und empfiehlt sich schon deshalb, weil der Bauherr gewöhnlich neben der eigentlichen Drahtseilbahn gleichzeitig noch andere Bauobjekte auszuführen hat, die er zusammen mit den örtlichen Arbeiten der Drahtseilbahn vergeben kann. Als Unternehmer hierfür stehen ihm die ortsangesessenen Handwerker zur Verfügung, an welche sich gegebenenfalls auch der Seilbahnfabrikant werden könnte, die ihm aber als Fremden sicherlich keine günstigen, sondern eher höhere Preise stellen würden als dem Bauherrn, für den sie noch mehr Arbeiten auszuführen haben oder erwarten. Die Lieferungsverträge und die schließliche Abrechnung wird nötigenfalls der Seilbahnfabrikant für den Bauherrn gegen eine geringe Vergütung gern übernehmen. Sollte man ihn aber zwingen wollen, das ganze Bauwerk etwa auch noch zu einer Pauschalsumme zu übernehmen, so würde er nicht allein höhere Preise in Anrechnung bringen müssen, als ihm abverlangt werden, er müßte darüber hinaus auch für das Risiko, das mit jedem industriellen Unternehmen nun einmal verknüpft ist, noch einen Zuschlag machen, der die Bahn ganz unnötigerweise verteuert. Die Praxis hat es deshalb auch als richtig und im Interesse des Bauherrn liegend erwiesen, daß er die örtlichen Arbeiten selbst übernimmt und vergibt.

Im Flachgelände, wie es in Deutschland gewöhnlich ist, bietet die Aufstellung einer Drahtseilbahn für die fachgeübten Monteure des Fabrikanten keine Schwierigkeiten, auch im Mittelgebirge sind keine wesentlichen Schwierigkeiten vorhanden, im Hochgebirge handelt es

sich aber unter Umständen um Unternehmungen, welche die ganze Bau- und Organisationskunst des Ingenieurs herausfordern und die nur bei einträchtigem Zusammenwirken von Fabrikant und Bauherrn überwunden werden können.

Was für Hindernisse bei besonders schwierigen Bauten auftreten und wie sie durch geeignete Organisation und umfassende, rechtzeitig getroffene Vorkehrungen doch in einer Bauzeit überwunden werden, die verglichen mit der für den Bau von Eisenbahnen erforderlichen Zeit geradezu minimal erscheint, dafür legt das beste Zeugnis der Bau der großen Drahtseilbahn in den argentinischen Kordilleren ab, die auf S. 44 schon beschrieben wurde. Die Leitung des Baues lag, wie schon oben erwähnt, in den Händen der argentinischen Regierung. Die folgende anschauliche Schilderung der Montage ist einer Abhandlung von Dietrich in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure entnommen.

Die Wahl der Bahnlinie und ihre Absteckung war naturgemäß mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft. Da das vorhandene Kartenmaterial außerordentlich unzuverlässig war, konnte man damit nur schlecht arbeiten. Es war vor allen Dingen notwendig, die ganze Linie, die für den Bau in Betracht kam, gründlich zu studieren, um die geeigneten Teilstrecken auswählen zu können. Die Gegend wurde deshalb von einem Vermessungsausschuß der Regierung unter Leitung sachkundiger Ingenieure mehrfach bereist und dann in rohen Zügen, möglichst im Anschluß an die gerade Linie, eine vorläufige Absteckung vorgenommen. Man kam dabei aber mit einem großen Teil der Linie in ein Flußbett hinein, weshalb man später etwas abschwenkte. Damit wurde allerdings die gerade Linie verlassen; man mußte sich dazu entschließen, Bruchpunkte anzulegen, die sich auf den Zwischenstationen III, V, VI, VII und VIII befinden. Nach dieser Schwenkung der Linie wurden dann auch die Stationspunkte endgültig festgelegt.

Um auch den Ingenieuren und dem bauausführenden Büro der Firma Adolf Bleichert & Co. eine allgemeine Orientierung zu ermöglichen, wurde die ganze Gegend in einer Folge von Bildern photographiert. In diese Photographien wurde die Bahnlinie mit den Stationen (Bruchpunkten usw.) eingezeichnet, so daß sich der Verlauf der Strecke in einer ununterbrochenen Reihe von Bildern deutlich darstellte.

Diesem ersten Abstecken der Linie folgte eine allgemeine tachymetrische Höhenvermessung, die von der Regierung ausgeführt wurde, und die schon etwas mehr in die Einzelheiten ging, doch genügte auch sie für die eigentliche Bauausführung noch nicht. Es ist eine durchaus irrtümliche Annahme, wenn man glaubt, bei Drahtseilbahnen spielten geringe Höhenunterschiede keine Rolle. Im Gegenteil ist darauf zu sehen, daß die Höhenpunkte der ganzen Strecke mit derselben Sorgfalt

abgemessen werden, wie bei Schienenbahnen. Bei ungeschickten oder ungenauen Vermessungen kommt es vor, daß sich die Tragseile an einzelnen Punkten von den Stützen abheben, wenn die benachbarten Strecken zwischen zwei Stützen höher beansprucht werden, als etwa vorgesehen war, oder wenn zufälligerweise ein Wagen in der Folge fehlt.

Es war daher notwendig, eine genaue Einzelvermessung der ganzen Linie für das Bauprofil vorzunehmen. Diese Vermessung wurde von einem Oberingenieur der Firma Adolf Bleichert & Co. unter Beihilfe von Regierungsingenieuren ausgeführt. Nachdem so schließlich die wesentlichen Einzelheiten festgelegt und das ganze Längsprofil durchgearbeitet war, konnte mit dem Bau begonnen werden; aber es ging dem eigentlichen Bau noch eine letzte Kontrollvermessung voraus, die bei Anlage der Fundamente vorgenommen wurde, und die, immer nur kürzere Längen umfassend, dem Bau streckenweise vorauseilte.

Die ersten Arbeiten, die dann vorzunehmen waren, betrafen die Erschließung des Gebirges im Zuge der Drahtseilbahn. Wie schon früher erwähnt, gingen verschiedene sehr schwierige Maultierpfade in das Gebirge hinein, die schon viele Jahrhunderte alt zum Teil verfallen und unbenutzbar waren. Es handelte sich zunächst darum, diese alten Pfade möglichst auszubessern und da, wo dies nicht möglich war und wo sie nicht an die Bahnlinie heranführten, neue Wege anzulegen. Vor allen Dingen wurde eine Hauptstraße von Chilecito bis zu den Upulungosminen des Famatinabezirkes gebaut, die infolge ihrer vielen Umwege etwa 50 km lang wurde, und von der aus man Seitenwege nach den einzelnen Baupunkten führte. Die Gesamtlänge dieser Seitenwege betrug etwa 60 km, so daß im ganzen rund 110 km Wegebauten, zum Teil unter den schwierigsten Verhältnissen, auszuführen waren.

Hand in Hand mit diesen Wegebauten ging die Bearbeitung der Strecke selbst. Läßt sich eine Drahtseilbahn auch stets dem Gelände anpassen, so ist es doch wünschenswert, allzu scharfe Gefällwechsel bei Bergübergängen und allzu große Spannweiten zu vermeiden, um nicht künstlich den Betrieb zu erschweren. Demnach hat man auch hier die Bergübergänge mit möglichst großen Übergangshalbmessern ausgeführt. Diese großen Übergangshalbmesser bedingten aber, da das Gebirge ein Faltengebirge mit sehr schroffen Kämmen ist, eine ganze Reihe von Einschnitten, von denen einige ganz bedeutende Abmessungen haben. Der Bau dieser Einschnitte war insofern bemerkenswert, als das Gestein, das wesentlich aus Kalk, Schiefer, vielfach aber auch aus harten Graniten und Quarzen besteht, Sprengarbeiten im größten Maß ermöglichte. Zur Herstellung der Fläche für Station VII, die besonders ungünstig gelegen ist, wurden unter anderem Sprengungen vorgenommen, bei denen rund 70 Dynamitpatronen in ebensovielen Bohrlöchern gleichzeitig abgeschossen wurden.

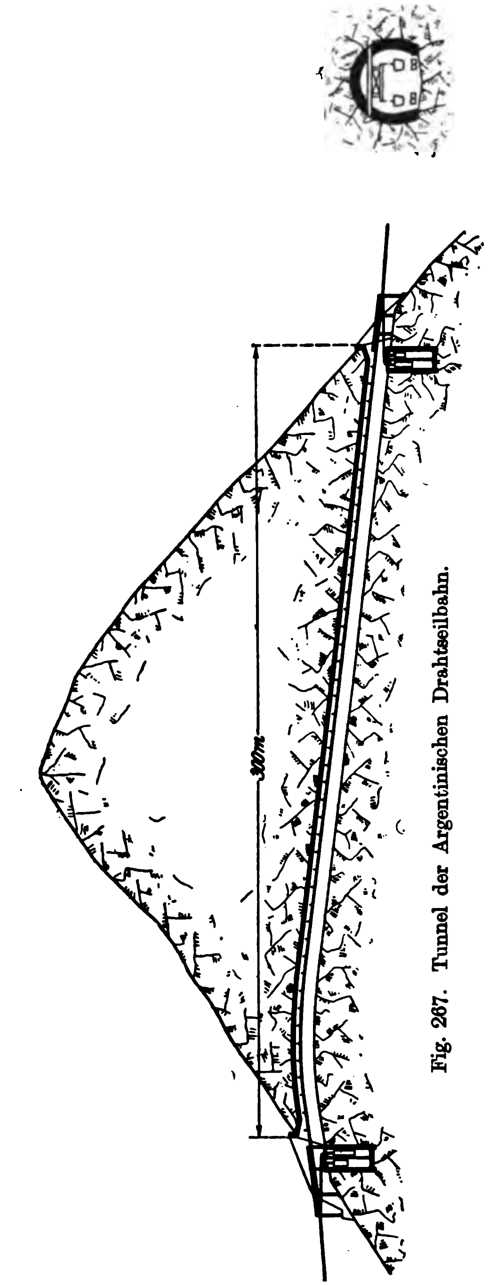


Fig. 267. Tunnel der Argentinischen Drahtseilbahn.

Einer der bemerkenswertesten Einschnitte liegt bei Station IV, wo rund 5000 cbm Fels herauszuschießen waren. An einer anderen Stelle zwischen Station IV und V mußte zur Vermeidung allzu großer Spannweiten und zu großer Stützhöhen ein Tunnel von rund 300 m Länge angelegt werden, der bei 4,5 m Breite und 4 m Höhe eine Bewältigung von 3500 cbm Gebirge erforderte (Fig. 267). Dieser Tunnel ist an den beiden Mundlöchern ausgemauert und mit Portalen versehen, von denen eines gleichzeitig als Stützmauer gegen das dort leicht rutschende Schiefergebirge dient. Im Innern des Tunnels ist das Gebirge so widerstandsfähig, daß ein Ausbau unterbleiben konnte. Der Tunnel wurde im Dezember 1903 in Angriff genommen und im April 1904 fertiggestellt.

Selbstverständlich war es dann noch notwendig, besondere Arbeitsplätze, Montage- und Lagerplätze, Wohnplätze für die Arbeiter, kleine Wohnhäuser für die beim Bau beschäftigten Beamten anzulegen, ehe mit dem Hinaufschaffen der Einzelteile begonnen werden konnte. Um einen genügenden Überblick über die Baustoffe zu bekommen und ihre Ausgabe möglichst einheitlich zu gestalten, wurde zunächst bei Station I in Chilecito ein großes Montagelager eingerichtet, durch das alle beim Bau verwendeten Stoffe

hindurchgehen mußten und von dem aus sie nach Bedarf entnommen werden.

Ein sehr wichtiger Teil der nun folgenden Bauarbeiten war die Beförderung der verschiedenen Baustoffe nach der Baustelle. Ähnlich wie bei der Anlage von Schieneneisenbahnen hatte man beschlossen, die Drahtseilbahn streckenweise herzustellen, um auf den unteren Strecken die Baustoffe den später zu erbauenden oberen zuzuführen. Nur muß hierbei die Eigenart der Drahtseilbahn berücksichtigt werden, bei der es nicht wie bei der Schieneneisenbahn möglich ist, die Strecke gewissermaßen meterweise vorzutreiben und das dahinterliegende Stück sofort zu benutzen. Bei einer Seilbahn kann man immer nur eine zwischen zwei Stationen liegende Strecke in Betrieb nehmen. Ebenso muß man die Stationen selbst erst fertigstellen, ehe die eigentliche Bahnlinie, die von der Station ausgeht, erbaut werden kann.

Das in jenen Gegenden übliche, weil billigste und zuverlässigste, Beförderungsmittel ist das Maultier. Da, wo die Steigungen nicht allzugroß und die Wege noch einigermaßen fahrbar sind, verwendet man meistens zweirädrige, seltener schon vierrädrige Wagen ziemlich einfacher Bauart. Doch konnten die Baustoffe mit diesen Wagen nicht über Station II hinausgeführt werden. Von hier aus blieb das Maultier das einzige Beförderungsmittel. Man mußte daher schon bei der Bearbeitung der Eisenkonstruktionen berücksichtigen, daß alle Teile, die über die zweite Station hinaus zu befördern waren, das Gewicht von 150 kg nicht überschritten. Alle die riesigen Eisenkonstruktionen, die gewaltigen eisernen Stützen, die Dampfmaschinen, Dampfkessel, Seilscheiben, Schwungräder, alles mußte in entsprechende Stücke zerlegt werden. Einzelne schwerere Teile, die bis auf 2000 kg Gewicht stiegen, konnten nicht anders fortbewegt werden als durch Träger, natürlich eine außerordentlich mühselige Arbeit, da besonders das Verteilen großer Lasten von geringem Umfang auf eine Reihe von Menschen große Schwierigkeiten bereitet.

Außer den Maultieren kamen als weitere Beförderungsmittel noch Esel in Betracht, die in Argentinien in ziemlich guter Rasse gezogen werden und außerordentlich ausdauernd sind. Sie wurden zur Beförderung von Nahrungsmitteln, Trinkwasser, höchstens auch noch Kalk und Steinen verwendet. Im Durchschnitt waren während des Baues rund 600 Maultiere mit der Beförderung der Baustoffe und etwa 90 Esel mit dem Hinaufschaffen der Nahrungsmittel beschäftigt; nur im letzten Teil der Bauzeit, kurz vor der Einweihung, mußte der Bestand erhöht werden, da einige Arbeiten im Rückstande geblieben waren. Die Artillerie der Republik Argentinien stellte dafür noch 200 Maultiere zur Verfügung, so daß in der letzten Zeit des Baues 900—1000 Lasttiere Beschäftigung fanden.

Die Beförderung der Tragseile bildete wohl die schwierigste Arbeit des ganzen Baues. Die bis zu 36 mm starken Seile für die beladenen Wagen wiegen rund 7 kg/m. Sie müssen aber in Längen von mindestens 200—300 m hergestellt werden, so daß sich das Gesamtgewicht eines solchen Seiles auf rund 2000 kg beläuft. Man mußte sich daher wohl oder übel dazu entschließen, die Seile, die auf großen Rollen ankamen, abzuwickeln und durch besondere Trägergruppen befördern zu lassen. Je nach der Seillänge bestand eine solche Gruppe aus 60 bis unter Umständen mehreren hundert Mann, natürlich einen entsprechenden Aufwand von Arbeit und Kosten verursachend, so daß



Fig. 268. Seiltransport auf dem fertigen Streckenabschnitt.

zum Beispiel die Beförderung eines einzigen Seilstückes von Station III nach V 175 Mark kostete. Als die ersten Seilbahnstrecken fertig waren, konnte man die Seile nach den oberen Strecken der Bahn befördern, indem man die einzelnen Stücke in mehrere zusammenhängende Rollen auflöste und jede Rolle an einem leeren Wagengehänge befestigte. Auf die Weise brachte man es fertig, je drei hintereinander liegende Gehänge zu verwenden und Seile in ganzen Stücken von 2000—3000 kg Gewicht zu befördern (Fig. 268).

Die Eisenkonstruktionen wurden, soweit irgend angängig, in Europa fertiggemacht, namentlich wurden die Stützgerüste und die Stationen vorher mit Schrauben zusammengebaut, dann wie üblich gezeichnet und wieder in kleine Stücke von 150 kg im Mittel zerlegt, um das

Transportgewicht nicht zu überschreiten. Da alle Stationen sogenannte Parterrestationen sind, war das Zusammenbauen verhältnismäßig einfach und konnte fast ganz ohne Gerüste durchgeführt werden, wobei die Ersparnis an Gerüsthölzern in jener holzarmen Gegend sehr wichtig war.



Fig. 269. Aufbau einer hohen Stütze.

Anders war es schon bei den Stützen. Die kleineren Stützen von 5—10 m Höhe wurden an Ort und Stelle liegend genietet und dann über den Fundamenten aufgerichtet. Dagegen mußten die großen Gerüste, die bis zu 40 m Höhe ansteigen und eine Fußbreite von 8—10 m haben, aufrecht stehend genietet werden, und zwar derart, daß sie immer stockwerkweise fertiggemacht wurden, so daß ein fertiges Stockwerk den Unterbau für das neuaufzustellende bildete. War dann der Bau soweit fortgeschritten, daß die oberen Stücke kein allzu großes Gewicht mehr hatten, so wurden die obersten Gerüstteile unten auf dem Boden zusammengenietet, im ganzen emporgezogen und durch Schrauben mit dem unteren Turm fest verbunden (Fig. 269). Der außerordentlichen Vorbereitung und dem Umstande, daß der Zusammenbau der ganzen Eisenkonstruktionen so genau vorgerichtet war, daß fast kein einziges Loch nachgebohrt zu werden brauchte und Abänderungen, von ganz geringen Ausnahmen abgesehen, nicht vorzunehmen waren, war es zu

verdanken, daß die gesamte Arbeit ohne Unfall vor sich ging, wie überhaupt die Zahl der Unfälle sehr gering war. Die einzigen Unglücksfälle, die sich ereigneten, kamen beim Sprengen und infolge elementarer Ereignisse vor, die natürlich auch bei dem sorgfältigst vorbereiteten Bau einen Strich durch die Rechnung machen.

Während die Gegend im allgemeinen nicht sehr regenreich, in größerer Höhe fast vollkommen regenlos ist, kommen doch von Zeit zu Zeit mit ganz überraschender Schnelligkeit sehr schwere Wetter heran, die gewöhnlich nur Minuten dauern, aber ungeheure Wassermassen über große Strecken ergießen. Ein derartiger Wolkenbruch, der ganz fabelhafte Fluten auf einzelne Baustellen herabsandte, brachte im April 1904 eine erhebliche Baustörung mit sich, indem er einen Teil der fertigen Stützen mit samt den Fundamenten aus dem Erdboden heraushob und umlegte und die Station II teilweise verschüttete, ebenso wie er am Tunnel einige Verheerungen anrichtete. Merkwürdigerweise waren die Verluste an Baustoffen, wenn auch die Beschädigungen sehr umfangreich waren, nicht erheblich. So wurden z. B. die Wagenkasten, die zum Aufhängen für die Strecke bereitstanden und an verschiedenen Stellen verteilt waren, durch die Fluten, die sich nach kurzer Zeit wieder verliefen, alle an eine entfernt liegende Stelle zusammengeschwemmt, von wo sie zur Bahn zurückgeholt wurden. Aber auch Schneestürme, durch die große Strecken der Bahn mit einer weißen Hülle umgeben und die Wege unbenutzbar gemacht werden, sind keine Seltenheit.

Der Bau der Strecke begann nach Vorbereitung der Wege und nach Anlage der Einschnitte Mitte Oktober 1903. Da, wie gesagt, erhebliche Baustörungen nicht vorkamen, konnte die Einweihung eines Teiles der Bahn von Station I bis Station V schon im Juli 1904 stattfinden. Die Beendigung des Baues mit Station IX, der Endstation fiel in den Dezember 1904. Diese kurze Bauzeit ist umso bemerkenswerter, als man häufig in dem Raum, auf welchem gearbeitet werden mußte, sehr beschränkt war. An einzelnen Stationen war es oft nicht möglich, mehr als nur einige Mann zu beschäftigen. Die Anzahl der beim Bau tätigen Arbeiter stieg zeitweilig auf 1200. Auf dem unteren Teile konnte in ganz normaler Weise gearbeitet werden, durchschnittlich 10 bis 12 Stunden. Der mittlere Teil erforderte schon eine Einschränkung der Arbeitszeit, während von Station VI an überhaupt nur die Stunden von 8 bis 4 Uhr, solange die Sonne schien, in Betracht kommen konnten. Denn selbst im Sommer, der dort von etwa November bis April dauert, erhebt sich die Temperatur selten über 5—6 Grad, in den meisten Fällen bleibt sie unter Null, während die mittlere Wintertemperatur —18—20 Grad beträgt. Eine Eigentümlichkeit dieses Hochgebirges ist es nun, daß mit dem Untergehen der Sonne sofort ein eiskalter Wind einsetzt, der jeden Aufenthalt im Freien unmöglich macht. Hierzu

kommt noch der Einfluß, den die sehr dünne Luft auf die Arbeitsfähigkeit des Menschen ausübt, so daß die Bauarbeiten in jenen Höhen natürlich viel langsamer fortschritten, als auf dem unteren Teil der Strecke.

Den außerordentlichen Schwierigkeiten entsprachen natürlich auch die Löhne.

Wie bei allen derartigen Bauten wurden die Arbeiter gemeinsam unter Aufsicht der Bauleitung verpflegt und zwar derart, daß für jede Gruppe von Arbeitern ein Koch angestellt war, der weiter nichts zu



Fig. 270. Arbeiterhütte der Argentinischen Bahn im Schnee.

tun hatte, als für die Verpflegung seiner Kameraden zu sorgen. Während die Lagerplätze, die im unteren Teil der Bahn aus Zeltlagern, im oberen aus gemauerten Hütten (Fig. 270) bestanden, längere Zeit an einem Orte verblieben, rückten die Kochplätze mit dem Bau der Bahn weiter, änderten sich also von Tag zu Tag. Neben den im Land ansässigen Arbeitern, meistens einer zusammengewürfelten Gesellschaft aus aller Herren Länder, vielfach Mischlingen von Indianern, Weißen und Ureinwohnern, oder alteingesessenen Spaniern und Portugiesen kamen hauptsächlich Italiener in Betracht, die sich mit ihrer bekannten Anpassungsfähigkeit auch dort vorzüglich bewährten. Im übrigen waren die Arbeiter für den mechanischen Teil der Bahn, Eisenkonstruktionen, Maschinenanlagen, größtenteils hinübergesandte deutsche Schlosser, die unter Aufsicht mehrerer Monteure und Obermonteure arbeiteten.

2. Der Betrieb von Drahtseilbahnen.

Jede maschinelle Anlage erfordert zur Erzielung eines sicheren und regelmäßigen Betriebes nicht nur bestes Material, sorgfältigste Herstellung, peinlichste Bearbeitung aller Einzelheiten und genaue Aufstellung des Ganzen, sondern es ist auch unbedingt notwendig, daß die Bedienungsmannschaft mit allen Konstruktionsteilen und der Wirkungsweise jedes einzelnen Elementes genau vertraut ist. Daher bedingt auch der Betrieb einer Drahtseilbahn, wenn er sich ohne Störungen glatt abwickeln soll, ein geschultes oder doch gehörig angelerntes, zuverlässiges Personal. Es ist also von großer Wichtigkeit, daß die auf den Stationen beschäftigten Arbeiter, namentlich die Leute, die die ankommenden und abgehenden Wagen zu überwachen haben, nach jeder Richtung hin mit ihren Obliegenheiten vertraut sind und die Einzelheiten des Betriebes und alle Bestandteile der Anlage genau kennen. Aus diesem Grunde ist auch ein öfteres Wechseln der Bedienungsmannschaft möglichst zu vermeiden, vielmehr sollte das Interesse der Leute für einen ungestörten Gang der Anlage geweckt werden. Hierfür empfiehlt es sich, neben der Bestrafung für Unachtsamkeit den Arbeitern eine Prämie zuzubilligen und den Aufsichtsbeamten eine Gratifikation zukommen zu lassen, wenn der Betrieb in bestimmten Fristen, beispielsweise während mehrerer Monate, eine Störung nicht erfuhr, oder etwaige Schäden so rechtzeitig bemerkt wurden, daß sie ohne nachteilige Folgen für die Förderung zu gelegener Zeit beseitigt werden konnten.

Es sei nunmehr auf die einzelnen Punkte eingegangen, die von den Seilbahnmeistern und ihren Leuten hauptsächlich beachtet werden müssen.

Die Förderwagen bilden mit einen der wesentlichsten Bestandteile einer Drahtseilbahnanlage, denn ein einziger schadhafter Förderwagen kann den ganzen Betrieb zum Stillstand bringen, ja sogar die Strecke und die Stationen beschädigen. Daher müssen die Wagen stets unter Aufsicht und in gutem Zustande gehalten werden. Jede an einem Wagen auftretende Unregelmäßigkeit muß sofort beseitigt werden, und wenn sich dies in den Stationen während des regelmäßigen Arbeitsganges nicht durchführen läßt, so ist der Wagen bis zur beendeten Wiederherstellung aus dem Betriebe herauszuziehen.

Die beweglichen Teile der Laufwerke müssen sorgfältig unter Schmierung gehalten werden, damit die Reibungswiderstände gering bleiben. Wie bei allen Maschinen dürfen nur säurefreie Schmiermaterialien Verwendung finden, die durch die Witterungsverhältnisse nicht beeinflußt werden und die keine Neigung zum Verharzen zeigen. Da sich bei der Verladung des Fördergutes oft Staub entwickelt, müssen die

Schmiereinrichtungen so angeordnet und ausgebildet sein, daß das Eindringen schädigender Staubteile ausgeschlossen ist. Dieser Forderung entspricht am besten die Druckschmierung mit konsistentem Fett. Bei der von Adolf Bleichert gleichzeitig mit Stauffer angegebenen[1]) und seitdem ständig angewandten Konstruktion ist der Laufzapfen der Laufräder ausgebohrt, und von der inneren Höhlung münden Querbohrungen in die Schmiernuten der Lauffläche. Die Zapfenbohrung ist durch eine Verschlußschraube geschlossen. Ursprünglich war, ähnlich wie bei den Staufferbüchsen, die Anordnung so getroffen, daß von dieser Verschlußschraube nach und nach das Fett in die Laufflächen gepreßt wurde, wobei die Verschlußschrauben von Zeit zu Zeit an allen Wagen nachgedreht werden mußten. Im Laufe der Jahre zeigte sich aber, daß es durch geeignete Formgebung der Schmiernuten und Bohrungen möglich ist, das eingeschlossene Fett durch die umlaufenden Laufräder selbst ohne weitere äußere Beeinflussung allmählich in die Laufflächen zu saugen. Auch die anderen beweglichen Teile werden in ähnlicher Weise mit Druckschmierung versehen.

Die Kupplungsapparate der Wagen müssen stets rein und sauber gehalten werden, und es empfiehlt sich, sie wenigstens einmal wöchentlich von anhaftendem Schmutz, Staub und Öl gründlich zu reinigen. Namentlich die komplizierteren Klemmapparate, wie die Schraubenkupplungen, die durch Hebel mit Gegengewichtsbelastung betätigt werden (Fig. 229/231), verlangen eine äußerst sorgfältige Aufsicht, damit ein etwaiger Fehler rechtzeitig erkannt und der Einfluß der Abnutzung der Klemmbacken und der Verringerung des Seildurchmessers auf die Klemmsicherheit behoben werden kann. Demgegenüber erfordern die Gewichtskuppelapparate (Fig. 30), die unter allen Verhältnissen das Zugseil sicher ergreifen, weniger Beaufsichtigung. Für die Behandlung empfiehlt sich, namentlich im Winter, eine öftere Anfeuchtung der beweglichen Teile des Klemmapparates mit Petroleum, um das verbrauchte, an den einzelnen Flächenteilen noch anhaftende Fett und Öl wieder geschmeidig zu machen und so Beschädigungen der Apparate durch mangelhafte Beweglichkeit der einzelnen Teile, die möglicherweise sonst beim Einlauf in die Stationen entstehen können, zu vermeiden.

Gute Drahtseilbahnlaufwerke und Klemmapparate müssen so konstruiert sein, daß Witterungseinflüsse den auf der Strecke befind-

[1]) Die Patentanmeldung von Bleichert auf Schmierbüchsen für konsistentes Fett lief kurz vor der von Stauffer auf denselben Gegenstand im Patentamt ein, doch zog Bleichert seine Anmeldung zurück, nachdem Stauffer erklärt hatte, daß er aus seinem Patent keine Rechte den Bleichertschen Konstruktionen gegenüber herleiten wollte. Er erhielt auch das Recht, die Bleichertschen Konstruktionen und Ansprüche in seine Anmeldung aufzunehmen und machte hiervon Gebrauch.

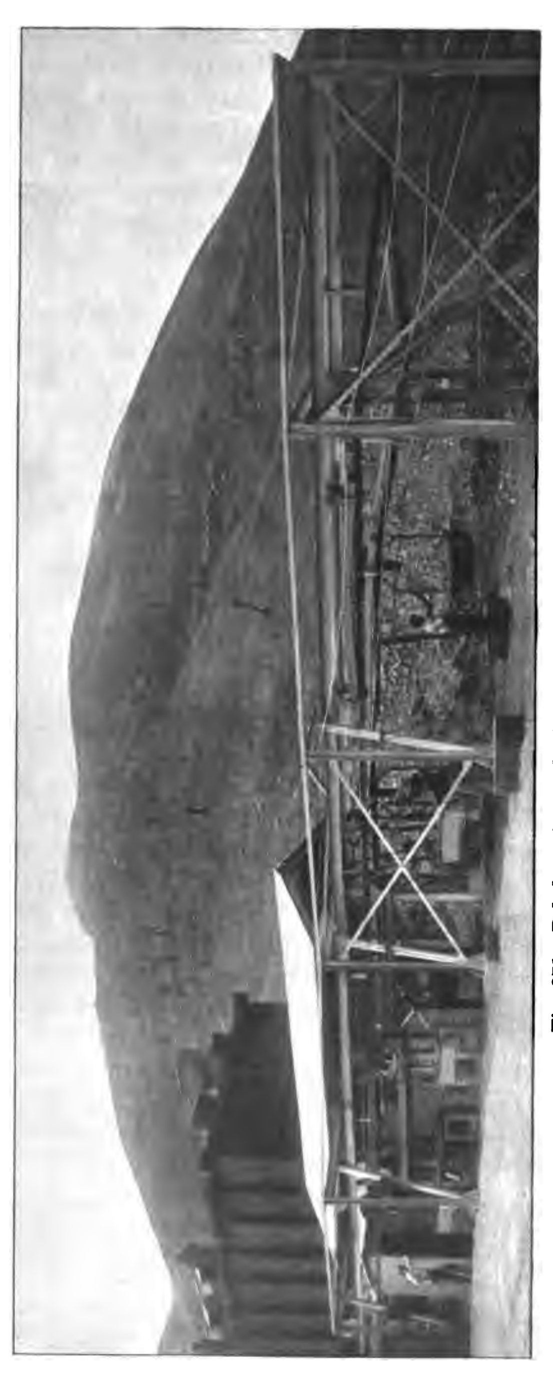


Fig. 271. Beladestation und Kuppelstelle einer afrikanischen Bahn.

lichen Wagen nichts anzuhaben vermögen. Daher ist es nicht nötig, bei Stillstand der Bahn die einzelnen Wagen in die Stationen einzuziehen; nur bei längerer Außerbetriebsetzung der Bahn müssen alle Wagen von der Strecke entfernt werden. In einem solchen Falle benutzt man natürlich die Gelegenheit, um alle Wagen einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

Für das Ankuppeln der Wagen sind die Regeln zu beachten, die sich aus der Konstruktion der Klemmapparate ergeben. Hier möge nur näher auf die Grundsätze eingegangen sein, die von der Firma Adolf Bleichert & Co. für die Bedienung ihres Kuppelapparates aufgestellt sind. Der Vorgang des An- und Auskuppelns ist auf Fig. 271 gut zu erkennen und danach leicht zu verfolgen. Der unter dem Erzbehälter durch Rundschieberverschlüsse bela-

dene Wagen wird über ein kurzes Stück Hängebahnschiene von Hand geschoben bis zu der rechts auf dem Bild erkennbaren Kuppelstelle. Dabei beschleunigt der Stationsarbeiter die Wagengeschwindigkeit allmählich, so daß das Öffnen der Klemme durch das Auflaufen der seitlich angebrachten Hilfstragrollen auf den Kuppelschienen ohne irgendwelche besondere Kraftanwendung erfolgt. Hinter der Kuppelstelle fällt die Laufschiene etwas ab (vgl. Fig. 228), so daß hierdurch die Steuerung der Wagengeschwindigkeit erleichtert und der Erfolg erzielt wird, daß der Wagen im Moment des Ankuppelns die Geschwindigkeit des Zugseiles erreicht. Damit kann aber der Klemmapparat das Zugseil ohne jeden Stoß erfassen, ein Umstand, der nicht nur zur Schonung des Zugseiles und der Klemmapparate beiträgt, sondern auch für die Sicherheit des Betriebes von größter Bedeutung ist, weil hierdurch vermieden wird, daß der Wagen ins Pendeln und Schwanken gerät.

Hat nun der Mann seinen Wagen aus der Station herausgeschoben, so geht er nach dem Leerstrang, nimmt den nächsten einlaufenden leeren Wagen in Empfang, nachdem sich dieser ohne sein Zutun automatisch vom Zugseil abgekuppelt hat, und fährt ihn längs der Hängebahnschiene bis zur Beladestelle, um ihn dann gefüllt wieder aus der Station hinauszuschieben.

Der Wagen wird am besten so, wie es Fig. 271 veranschaulicht, durch die Kuppelstellen geschoben, indem der Arbeiter mit der einen Hand den oberen Teil des Gehänges und mit der anderen die Kastenoberkante angreift; so geführt verläßt der Wagen die Station ohne jedes Schwanken.

Die Tragseile sind als teuerster Bestandteil der Bahn mit großer Aufmerksamkeit zu behandeln und öfters, wenigstens monatlich einmal, durch langsames Befahren der Strecke zu kontrollieren, dabei ist genau zu untersuchen, ob sich die Kupplungen in Ordnung befinden, ob etwa Drahtbrüche aufgetreten sind, oder ob andere Veränderungen an den Seilen, ihrer Auflagerung, Verankerung oder Spannung stattgefunden haben.

Vereinzelte Drahtbrüche sind ohne Bedeutung, da der gebrochene Draht bereits nach wenigen Windungen wieder voll mitträgt. Bei verschlossenen und halbverschlossenen Seilen werden die Enden eines gebrochenen Drahtes außerdem durch die benachbarten Drähte festgehalten, während bei Spiralseilen die Gefahr gegeben ist, daß die Wagenräder die vorstehenden Drahtenden immer weiter aufrollen, wodurch sich Aufdoldungen bilden, welche die Wagen schließlich zur Entgleisung bringen. Man legt daher der Sicherheit halber auch bei verschlossenen und halbverschlossenen Seilen an den Stellen, wo sich Drahtbrüche finden, Schellen über das Seil, die unten verschraubt von den Wagen anstandslos überfahren werden und ein Heraustreten

gebrochener Drähte verhindern. Es ist unbedingt notwendig, daß bei jeder Seilbahn solche Schellen stets in genügender Anzahl für alle Fälle vorrätig gehalten werden.

Sind an einem Seile mehrere Drahtbrüche aufgetreten, so ist es öfters daraufhin zu untersuchen, ob sich die Zahl der Brüche vermehrt. Solange sich an ein und derselben Stelle die Zahl der gebrochenen Drähte auf einen, zwei höchstens drei beschränkt, ist dadurch die Haltbarkeit des Seiles nicht gefährdet und auch vier oder mehr Drahtbrüche auf mehrere Meter Länge sind noch nicht gefährlich. Zeigen sich aber mehr Drahtbrüche auf einer Stelle von 200—400 mm Länge dicht zusammen, so ist die sofortige Auswechslung des schadhaften Seilstückes dringend geboten. Dieses Auswechseln von gegebenenfalls sehr kurzen Seilstücken erfolgt am besten durch einen Monteur der Seilbahnfabrik, da das Abnehmen und Aufziehen der Kupplungen und das Einziehen eines neuen Seilstückes geübte Hände verlangt und von größter Wichtigkeit für die weitere Haltbarkeit des Seiles ist.

Ist ein Seil neu in Betrieb genommen, so dehnt es sich in der ersten Zeit etwas. Es ist daher in den Spannstationen öfters nachzusehen, ob die Gewichtskästen noch frei schweben, oder ob sie etwa zum Aufsitzen gekommen sind. Würde letzteres eintreten, so würde damit auch die Wirkung der Spanngewichte auf die Seile aufgehoben sein. Um das zu vermeiden sind die Tragseile rechtzeitig zu verkürzen.

Ebenso nachteilig würde es sein, wenn durch die Dehnung der Tragseile die Anschlußkupplung, die das Spannseil oder die Spannkette mit dem Tragseil verbindet, auf die Seil- oder Kettenrolle auflaufen würde. Auch in diesem Falle sind die Tragseile zu verkürzen, um den sonst eintretenden Bruch der Kupplung zu verhüten.

Im Interesse der Betriebssicherheit empfiehlt es sich auch, die Tragseilkupplungen in größeren Zeitabständen neu aufzuziehen, die Seilenden also nachzuschneiden. Dieses Nachschneiden muß selbstverständlich unter der Aufsicht eines mit derartigen Arbeiten genau vertrauten Monteurs erfolgen. Man zieht zu dem Zwecke alle Wagen von der Strecke herein, entlastet die Tragseile und nimmt sie von den Stützen herunter. Nun bindet man die Seile sorgfältig hinter den Kupplungen ab und trennt die Kupplung mit dem in ihr enthaltenen Seilstück durch einen kurz hinter ihr geführten Sägeschnitt ab. Die Seile überläßt man dann eine Zeitlang sich selbst. Dabei werden sich die in dem entlasteten Seile etwa enthaltenen Spannungen ausgleichen und es werden sich in der Regel die Deckdrähte an den Seilenden mehrere Zentimeter über die Kerndrähte hinausschieben. Es kann aber bisweilen auch der umgekehrte Fall eintreten, daß sich die Deckdrähte hinter die Kerndrähte zurückziehen, wenn diese eine gewisse Überbeanspruchung erfahren haben. Haben sich alle Spannungen im Seil ausgeglichen, so werden

die Enden glatt geschnitten und die Kupplungen neu aufgezogen. Dieses Nachschneiden der Seile und Neuaufziehen der Kupplungen hat bei sehr stark belasteten Anlagen etwa alle zwei Jahre zu erfolgen, während bei weniger stark beanspruchten Bahnen größere Zeiträume zulässig sind.

Die Seile sind von Zeit zu Zeit, wenn möglich monatlich einmal mit einem dünnflüssigen, säurefreien Öl zu schmieren, das jedoch eine gewisse Wärmebeständigkeit haben muß, um auch eine intensive Sonnenbestrahlung ohne Schaden zu ertragen. Für diese Seilschmierungen werden zwei verschiedene Typen von Schmierapparaten benutzt. Die eine Form (Fig. 272) wird an das Laufwerk eines Wagens angehängt

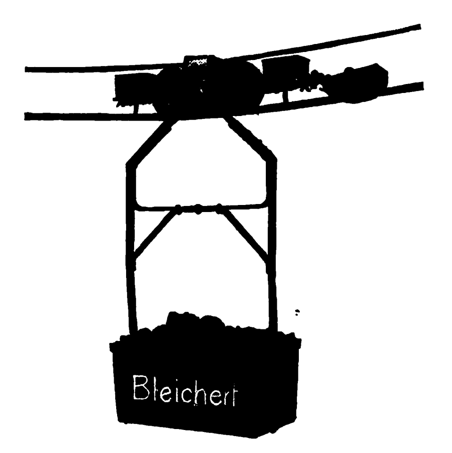


Fig. 272. Tragseilschmierapparat für kurze Bahnen.



Fig. 273. Tragseilschmierapparat für lange Bahnen.

und besteht aus zwei Ölkästen, aus denen das vermittels eines Drosselhahnes regulierte Öl auf die Tragseile fließt, das dann durch eine angehängte Bürste auf ihre Oberfläche verteilt wird. Diese Schmierkästen empfehlen sich jedoch nur für kürzere Strecken, da die Ölmenge, die mitgeführt werden kann, verhältnismäßig gering ist und bei einem unvorhergesehenen Stillstand der Bahn, der zum Beispiel durch das vorübergehende Fehlen von Fördermaterial verursacht werden kann, alles Öl nutzlos ausströmt.

Man benutzt deshalb mehr und mehr, besonders für längere Linien, Schmierapparate, die nur während der Fahrt des Wagens wirken. Die der Firma Adolf Bleichert & Co. patentierte Ausführung veranschaulicht Fig. 273. Der Apparat ist als Spezialwagen ausgebildet und trägt statt des Wagenkastens ein größeres Gefäß zur Aufnahme des Öles. In seinem unteren Teile befindet sich eine Kapselpumpe, die von den Laufrädern aus durch eine Kette angetrieben wird und das Öl durch die

hohlen, aus Gasrohr bestehenden Gehängeschenkel in den Mittelbolzen des Laufwerkes drückt, von wo es dem Seil zufließt. Bei Schiefstellen des Gehänges und in Steigungen gleicht eine Spannrolle an dem unten sichtbaren gewichtsbelasteten Hebel die Spannungen der Antriebskette aus.

Außer den Tragseilen ist noch ihre Auflagerung in den Auflagerschuhen von Zeit zu Zeit mit konsistentem Fett zu schmieren.

Die Zugseile, die stets zur Erhöhung der Biegsamkeit eine Hanfseele besitzen, dehnen sich ebenfalls im Laufe der Zeit unter dem Einfluß des Lastzuges. Ihre Streckungen können ganz beträchtlich werden und bis zu 1 v. H. der ursprünglichen Länge anwachsen; natürlich sind sie zu Anfang am größten. Es wird daher die wagerechte Spannscheibe des Zugseiles einige Zeit nach Aufnahme des Betriebes bis in ihre Endstellung zurückgehen, so daß das Spanngewicht nicht mehr wirken kann. Das Zugseil muß dann auseinandergeschnitten und von neuem gespleist werden, wodurch die erforderliche Verkürzung erzielt wird. Bei Anlagen mit automatischen End- oder Kurvenumführungen muß darauf geachtet werden, daß die horizontale Spannscheibe nie bis in ihre Endstellung zurückgeht, da sonst eine Kontrolle über die normale Spannung im Zugseil aufhört und es leicht eintreten kann, daß das Seil von den Kurvenführungsscheiben herunterfällt.

Ist eine Verkürzung des Zugseiles erforderlich, so wird das Spanngewicht hochgezogen, wodurch der Schlitten mit der horizontalen Seilscheibe nach der Anfangsstellung rückt. Der Schlitten darf aber auch nicht zur festen Anlage an die Anfangsstellung kommen, da dann ebenfalls die Kontrolle über die Zugseilspannung verloren gehen würde und das überspannte Zugseil im Betriebe Schaden verursachen könnte. Das Spleißen des Seiles soll nur von Leuten besorgt werden, die mit dieser Arbeit vollkommen vertraut sind, da von der guten Ausführung der Spleißung die Haltbarkeit des Zugseiles hauptsächlich abhängt. Es empfiehlt sich daher, das Spleißen stets durch einen Spezialmonteur vornehmen zu lassen.

Die Lebensdauer des Zugseiles ist auch von der Behandlung abhängig, die es erfährt; vor allem hüte man es vor Beschädigungen jeder Art und sehe streng darauf, daß es vollständig mit gutem Seilfirnis überzogen ist, damit keinerlei Rostbildungen eintreten können. Bei sehr kurzen Bahnen und bei solchen mit großer Geschwindigkeit kann es nach längerer Betriebszeit vorkommen, daß sich die versteckten Enden der Zugseilspleißung lösen, besonders dann, wenn die Rillen der Schutz- und Führungsrollen über den halben Seildurchmesser eingelaufen sind. Tritt ein solcher Fall ein, dann sind die gelösten Litzen im Seil wieder gut zu verstecken, da sie sonst im Betriebe unter Umständen auf größere Länge herausgerissen werden können, wodurch das Seil naturgemäß Schaden leidet.

Bei Anlagen, die mit mehrrilligen Seilscheiben am Antriebsvorgelege arbeiten, zeigt sich früher oder später eine ungleichmäßige Abnutzung der Rillen, hervorgerufen durch die ungleichen Spannungen in den einzelnen Seilsträngen. Die Rille, die den auflaufenden am stärksten gespannten Seilstrang aufnimmt, nützt sich erfahrungsgemäß etwas schneller ab und erhält dadurch allmählich einen kleineren Durchmesser als die folgende Rille. Da die kleinere Rille dann weniger Seil heranbringt als die größere mit dem ablaufenden Seil gebraucht, müssen schädliche Spannungen in den beiden Seilstücken zwischen der Antriebsscheibe und der davorliegenden Umführungsscheibe entstehen, die sich schließlich so weit steigern können, daß ein Nachrutschen des Seiles auf der größeren Rille der Antriebsseilscheibe eintritt, was sich dann durch heftige Stöße im Betriebe und einen unregelmäßigen Gang des Antriebsvorgeleges bemerkbar macht. Die Folgen dieser Unregelmäßigkeit sind meistens Brüche einzelner Teile des Antriebsvorgeleges; auch muß notwendigerweise das Zugseil hierbei leiden. Es ist deshalb nötig, den Durchmesser der Seilrillen von Zeit zu Zeit einer genauen Kontrolle zu unterwerfen und, sobald sich ein größerer Unterschied zeigt, die größere Rille mit einer entsprechend geformten Raspel oder einem ähnlichen Werkzeuge nachzuarbeiten. Auch läßt sich bei den meisten Anlagen der Übelstand einfach dadurch beheben, daß das Seil umgelegt wird, d. h. daß man den auflaufenden Strang in die Rille mit größerem Durchmesser einführt, dagegen den ablaufenden Strang um die Rille von kleinerem Durchmesser.

Der gute Zustand der Auslederung der Antriebsseilscheiben ist ebenfalls von Bedeutung für die Lebensdauer des Zugseiles. Man muß daher die Ledereinlagen erneuern, bevor sie ganz ausgelaufen sind, damit das Zugseil sich nicht in die Seilscheibe einläuft und dadurch selbst verschlissen wird. Das Einsetzen einer neuen Ledereinlage kann, wenn die Bedienung der Drahtseilbahn entsprechend angelernt ist, von dieser ausgeführt werden.

Die Schutzrollen und Führungsseilscheiben in den Stationen sind ebenfalls öfters hinsichtlich der Abnutzung durch das Zugseil zu untersuchen; die Rollen und Scheiben oder ihre Einlagen sind auszuwechseln, sobald sich das Zugseil auf seine halbe Stärke eingearbeitet hat. Steht eine Drehbank zur Verfügung, so können die Ringeinlagen aus den Rollen herausgenommen und ihre Rillen auf der Bank um so viel ausgedreht werden, daß das Zugseil in ihnen wieder seitlich frei wird.

Auf eine gute Schmierung und sicheren Rostschutz der Zugseile ist großer Wert zu legen. Hierfür ist am vorteilhaftesten ein besonderer Firnis zu verwenden, der sowohl in die Litzen zwischen den einzelnen Drähten hineindringt, als auch ihre Oberfläche sicher überdeckt. Risse und Sprünge in der Oberfläche dürfen nicht auftreten. Empfehlenswert,

weil es sich stets gut bewährt hat, ist hierfür das speziell als Zugseilfirnis hergestellte Diaporin[1]). Diesen Firnis kann man bei Anlagen von geringer Länge während des Betriebes in der Weise auftragen, daß man das Seil durch Lappen laufen läßt, die mit der Flüssigkeit getränkt sind. Für längere Bahnen erfolgt das Schmieren des Zugseiles am besten und billigsten und ohne jede Betriebsstörung mit Hilfe eines Zugseilschmierapparates nach Fig. 274, bei dem das Schmiermaterial dem Zugseil vermittels einer Rolle zugeführt und durch zwei Bürsten darauf verteilt wird. Dieses Firnissen sollte insbesondere während des Winters allmonatlich vorgenommen werden, damit sicher keinerlei Rostbildungen an den Drähten eintreten können. Zu bemerken ist noch, daß das Schmieren der Tragseile und des Zugseiles nur an ganz trockenen Tagen

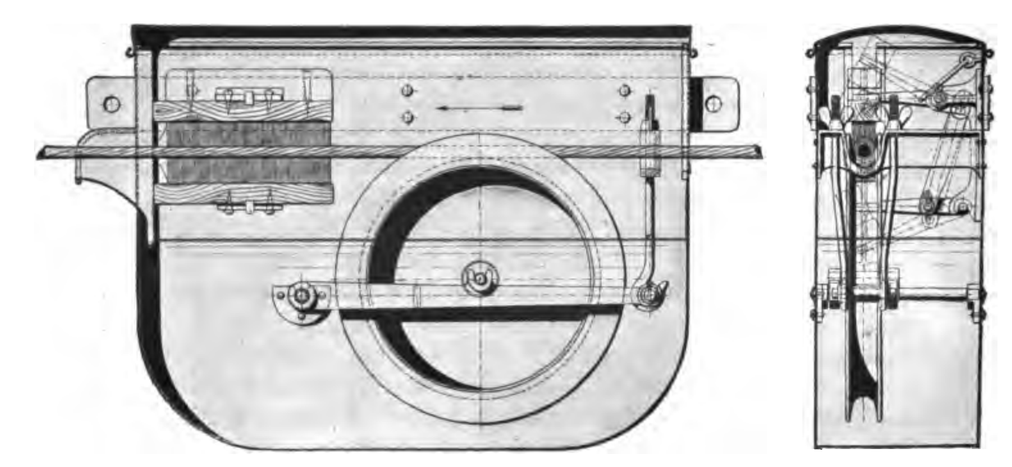


Fig. 274. Zugseilschmiervorrichtung.

geschehen darf, da die Seile, wenn sie mit Feuchtigkeit beschlagen sind, das Öl nicht annehmen.

Die ganze Bahnlinie ist von Zeit zu Zeit einer genauen sorgfältigen Kontrolle zu unterwerfen, bei der namentlich auch die richtige Stellung der Unterstützungen zu prüfen ist — gerade Holzstützen können sich in Wind und Wetter ganz eigenartig verziehen — außerdem ist darauf zu achten, daß die auf den Unterstützungen befindlichen Schutzrollen für das Zugseil sich stets leicht drehen. Eine oberflächliche Revision der Bahnstrecke durch Begehen hat möglichst täglich vor Beginn des Betriebes durch die an den Stationen beschäftigten Arbeiter zu erfolgen, um böswillige oder anderweit entstandene Beschädigungen an der Bahnlinie noch vor Beginn des Betriebes beseitigen zu können. Hierbei

[1]) Den Vertrieb hat die Firma Adolf Bleichert & Co. für ihre Kundschaft selbst in die Hand genommen.

ist auch darauf zu achten, ob sich etwa in den Gruben unter den Spanngewichten Wasser angesammelt hat, durch dessen Auftrieb die Wirkung der Spanngewichte verringert wird. Solche Wasseransammlungen sind deshalb sofort zu entfernen.

Außerdem hat, besonders bei größeren Anlagen, der Aufseher selbst die Verpflichtung, einmal täglich die Bahnstrecke zu begehen und periodisch die einzelnen Unterstützungen zu besteigen, um sich von der Beschaffenheit der Tragseile, Auflagerschuhe, Schutzrollen usw. zu überzeugen. Alle Rollen und Umführungsscheiben in den Stationen sind täglich zu schmieren. Auch die Tragseilspannscheiben der Streckenspannvorrichtungen sind häufig zu schmieren, da von deren guter Wartung die Haltbarkeit der Tragseile abhängt. Bei den Revisionen sind, wenn die Stützen und Stationen in Holzkonstruktion ausgeführt sind, in der ersten Betriebszeit die Muttern der Holzverbandschrauben, sowie die Fundamentanker regelmäßig nachzuziehen, bis das Schwinden des Holzes infolge seines Austrocknens aufgehört hat. Über seine Tätigkeit hat der Aufseher Buch zu führen und etwaige Beobachtungen darin zu verzeichnen; diese Bücher sind allmonatlich der Betriebsleitung einzureichen, ebenso wie die sorgfältig herzustellenden Aufzeichnungen über die Förderung. In dringenden Fällen ist sofort Meldung zu machen.

Das Betreten und Befahren der Bahnlinie durch Unbefugte ist natürlich streng zu untersagen.

Schließlich sei noch bemerkt, daß es für die Sicherheit des Betriebes unbedingt nötig ist, daß die erforderlichen Ersatzteile von Anbeginn an vorhanden sind. Hierzu gehören Ersatzstücke für die Antriebszahnrädergetriebe, für die Vorgelegeteile, Seilscheiben, Schlitten, Spannseile, Schutzrollen, Tragseilkupplungen mit allem Zubehör, Tragrollen für das Zugseil, einige Hängeschuhe für die Stationen, Seilschellen, Ersatzstücke für die verschiedenen Teile der Laufwerke und Wagen, auch ist es dringend zu empfehlen, eine Tragseillänge für alle Fälle in Reserve zu haben.

VI. Drahtseilbahnen zur Personenbeförderung.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, dienten die ältesten Schwebebahnen, die überhaupt ausgeführt wurden, ausschließlich dem Personenverkehr. Aber mit dem Ausbau guter Straßen, die Flüsse und Schluchten vermittels fester Brücken überschreiten, ging das Bedürfnis solcher Personentransportmittel größtenteils verloren, besonders da der ganze Bau vor der Albertschen Erfindung der Drahtseile nur eine sehr geringe Sicherheit bieten konnte. Die ersten danach in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts erstellten Drahtseilbahnen wurden deshalb nur für den Gütertransport benutzt.

Seitdem ist allerdings eine ganze Reihe von Anlagen, entweder in exotischen Ländern, z. B. in China (Fig. 216), Argentinien (Fig. 257), Ostafrika oder für entlegene Bauplätze, wie z. B. beim Bau des Leuchtturmes von Beachy Head für den mehr oder minder regelmäßigen Personenverkehr benutzt worden, ohne daß sich die technischen Einzelheiten im geringsten von denen gewöhnlicher Gütertransportbahnen unterscheiden. Die von einer englischen Firma gebaute Bahn in China ist nur für die Beförderung der Arbeiter und Beamten von der im fiebergefährlichen Sumpfland gelegenen Arbeitsstätte nach den auf der Höhe befindlichen gesunden Wohnplätzen bestimmt; die Bleichertschen Bahnen in Argentinien und Ostafrika nehmen auf Wunsch jederzeit Personen mit, die erstere hauptsächlich zum Schutz gegen Schnee und Wind in besonders dafür konstruierten Wagen, während bei der zweiten die Personen entweder auf Plattformwagen Platz nehmen oder bei der Talfahrt einfach auf den hinuntergehenden Baumstämmen rittlings sitzen.

Eine gleiche nur der Personenbeförderung dienende Anlage ist die von Adolf Bleichert & Co. für Hoek van Holland gebaute (Fig. 275): Infolge der vor einigen Jahren infolge eines Sturmes stattgefundenen Strandung eines Passagierdampfers an der dortigen Mole wurde im tiefen Wasser, etwa 140 m von der Mole entfernt, ein Anlegeplatz geschaffen und dieser durch die Drahtseilbahn mit dem Leuchtturm auf der Mole verbunden. Sie arbeitet mit einem einzigen Wagen, in dem vier Personen Platz haben.

Das allgemeine Interesse für Drahtseilschwebebahnen, die speziell der Personenbeförderung dienen sollen, wurde erst wachgerufen, als

in der Schweiz viele Berggipfel Schienenbahnen mit Drahtseilbetrieb erhalten hatten und jetzt eine Reihe von Gipfeln und Aussichtspunkten übrig blieb, deren Zugang vermittels der gewöhnlichen Drahtseilstandbahn nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten erreichbar war. Die erste dieser Anlagen, die 1908 in Betrieb genommen wurde, ist der Feldmannsche Wetterhornaufzug, dessen Längsprofil Fig. 276 darstellt. Das Prinzip ist das gleiche wie das der Drahtseilbahn von Beachy Head. Auf den beiden Tragbahnen verkehrt je ein Wagen im Pendelbetrieb, die durch ein endloses Zugseil bewegt werden, das unten gespannt und oben rechts oder links herum angetrieben wird.



Fig. 275. Personendrahtseilbahn bei Hoek van Holland.

Natürlich werden bei derartigen, dem allgemeinen Publikum dienenden Anlagen von den die Konzession erteilenden Behörden weitgehende Sicherheitsmaßnahmen vorgeschrieben, die in ihrer Summe doch wesentliche Abweichungen von der sonst üblichen Bauart ergeben. Als Grundbedingung gilt immer die, daß jeder Hauptkonstruktionsteil, der Beschädigungen ausgesetzt ist, mindestens doppelt vorhanden sein muß oder selbsttätig Ersatz durch einen Reserveteil findet. Nach diesem Grundsatz sind also für jede Fahrbahn zwei Tragseile auszuspannen und ebenso ist das Zugseil doppelt auszuführen, ferner sind selbsttätige und auch von Hand zu bedienende Bremsen vorzusehen, die ein sicheres Festhalten des Wagens an jeder Stelle der Bahn bewirken. Beim Wetterhornaufzug wurden die beiden Tragseile jeder Fahrbahn

Fig. 276. Längsprofil des Wetterhornaufzuges.

übereinander angeordnet und durch eine von Feldmann ersonnene Spannvorrichtung so angespannt, daß ihre parallele Lage unter allen Umständen gewährleistet wurde. Ebenso sind beide Zugseile durch eine gemeinsame Traverse derart mit dem Wagenkasten verbunden, daß kleine Längenänderungen eines Seiles keine Veränderung in der Anspannung hervorrufen und erhebliche Spannungsänderungen sofort die Bremsen in Tätigkeit setzen, die aus Ringkeilen bestehen, welche die Tragseile völlig umgeben. Diese Ausführung ist selbstverständlich nur dort zulässig, wo die Tragseile auf der ganzen Länge frei liegen und keine Zwischenunterstützungen haben. Aus dem Grunde ist der




Fig. 277. Wagen der alten Kohlererbahn.


Fig. 278. Wagen der Personenbahn in Colorado.

Wetterhornaufzug eine vereinzelte Konstruktion geblieben, und das System hat keine weitere Anwendung gefunden, da bei den modernen Anordnungen mit einer Anzahl von Zwischenunterstützungen von vornherein ganz andere Konstruktionseinzelheiten nötig waren.

Die erste dieser modernen Anlagen war die alte Kohlererbahn bei Bozen, die bei einer Länge von 1,5 km 795 m Höhenunterschied überwindet. Sie entsprach im wesentlichen noch den Gütertransportbahnen, als welche sie auch in erster Linie gebaut war, besaß also hölzerne Stützen und für jede Fahrbahn nur ein Tragseil, jedoch war das Zugseil schon verdoppelt (Fig. 277). Die Bahn war nur 3 Jahre im Betrieb, während dessen sie über 105 000 Menschen beförderte und nicht einen Unfall aufzuweisen hatte; der Weiterbetrieb wurde dann verboten, weil die hölzernen Stützen nicht genügende Sicherheit zu bieten schienen.

Eine spätere amerikanische Ausführung, die Bahn auf den Sunrisepeak in Colorado unterscheidet sich von den normalen Gütertransportbahnen eigentlich garnicht. Sie ist über 2 km lang und steigt 990 m hoch. Für jede Bahnseite ist nur ein Tragseil vorhanden, ebenso auch nur ein endloses Zugseil, an das 26 viersitzige Wagen (Fig. 278) vermittels lösbarer Kupplungen angeschlagen werden. Die einzigen besonderen Sicherheitsvorkehrungen sind Telephon- und Glockensignale, die von den Wagen aus bzw. von drei längs der Strecke errichteten Wachtürmen in Tätigkeit gesetzt werden können.

Nach dem Verbot der alten Kohlererbahn wurde von ihrem Besitzer sofort der Bau einer neuen Anlage, die allen zu stellenden Anforderungen gerecht werden sollte, der Firma Adolf Bleichert & Co. übertragen, deren Längsprofil die Fig. 279 wiedergibt. Das charakteristische Merkmal dieser, nach einjähriger

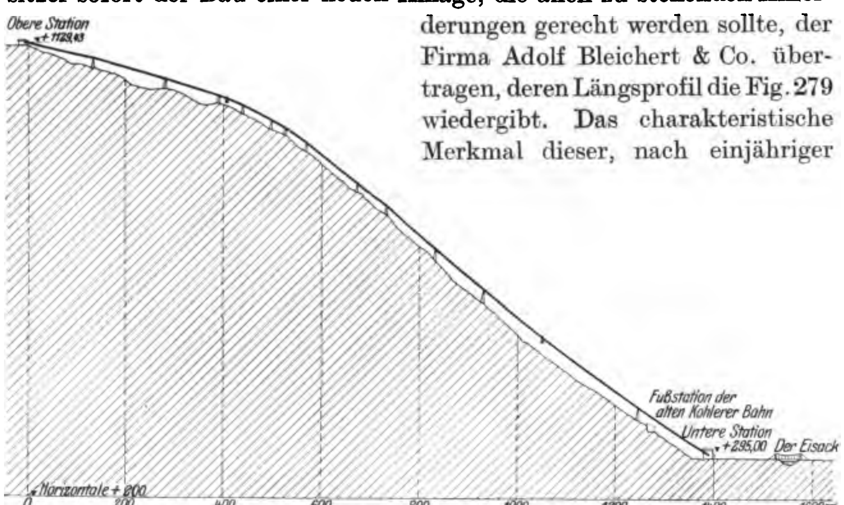


Fig. 279. Längsprofil der neuen Kohlererbahn.

Bauzeit Ende 1912 fertiggestellten Anlage bilden zwei Tragseile für jede Seite der Bahn, die in bekannter Weise oben fest verankert und unten durch Gewichte mit einer ganz bestimmten Kraft angespannt werden. Ebenso sind die Zugseile doppelt ausgeführt, die ihren Platz zwischen den Tragseilen jeder Seite finden. Sie werden während des Betriebes gleichmäßig beansprucht, doch vermag jedes einzelne für sich allein die volle Last zu tragen. Unterhalb der Wagen findet ihr Gewicht durch sogenannte Ballastseile seinen Ausgleich, die ebenfalls vermittels eines freihängenden Gewichtes eine ganz bestimmte, immer gleichbleibende Anspannung erfahren.

Zwischen den beiden Endstationen lagern die Seile auf 12 eisernen Stützen, die nach beiden Seiten je 3 m weit auskragen (Fig. 280). Ihr Abstand richtet sich naturgemäß nach der Geländebeschaffenheit und schwankt zwischen 100—200 m. Bei älteren Ausführungen anderer

Herkunft, die dem Transport schwerer Güter dienten, stellte sich im Betriebe heraus, daß der Wagen, wenn er unter dem Einfluß des Windes seitlich auspendelt, sich in der Nähe der Stützen, wo die beiden Tragseile nicht entsprechend folgen können, auf der einen oder anderen Seite etwas von dem betreffenden Seil abhebt. Um diesen Nachteil zu vermeiden, macht Bleichert die Auflagerschuhe nicht nur in der Richtung der Seile, sondern auch senkrecht dazu vermittels eines patentierten Wälz-



Fig. 280. Streckenbild der neuen Kohlererbahn.

lagers drehbar, so daß sie sich nach jeder Richtung einstellen können (Fig. 281). Außerdem werden diese Stahlgußauflager gleich zur Aufnahme der Tragrollen für die Zugseile ausgebildet.

Die Wagen der Personendrahtseilbahnen bestehen auch in den neusten Ausführungen wie die der Gütertransportbahnen aus dem Laufwerk, dem Gehänge und dem Wagenkasten, der Kabine, nur sind alle Teile wesentlich größer bzw. kräftiger ausgeführt. Eine Abbildung des Kohlererbahnwagens auf dem steilsten Teil der Strecke von 100% Neigung zeigt Fig. 282. Die für 16 Personen bemessenen Kabinen sind

aus hartgewalztem Aluminiumblech und Eschenholz in eleganter Ausstattung hergestellt; ihre Beleuchtung während der Dunkelheit wird durch Glühlampen bewirkt, die von mitgeführten Akkumulatorenelementen gespeist werden. Das aus Nickelstahl geschmiedete Wagengehänge (Fig. 283) ist vermittels zweier Drehzapfen in ungefährer Höhe der Tragseile am Laufwerk aufgehängt, durch dessen Mittelkörper aus Stahlblech alle Gewichte auf die drehbar gelagerten Laufradtraversen übertragen werden, so daß sich das Wagengewicht gleichmäßig auf alle 8 Laufräder verteilt. Um den an sich schon geringen Pendelbewegungen

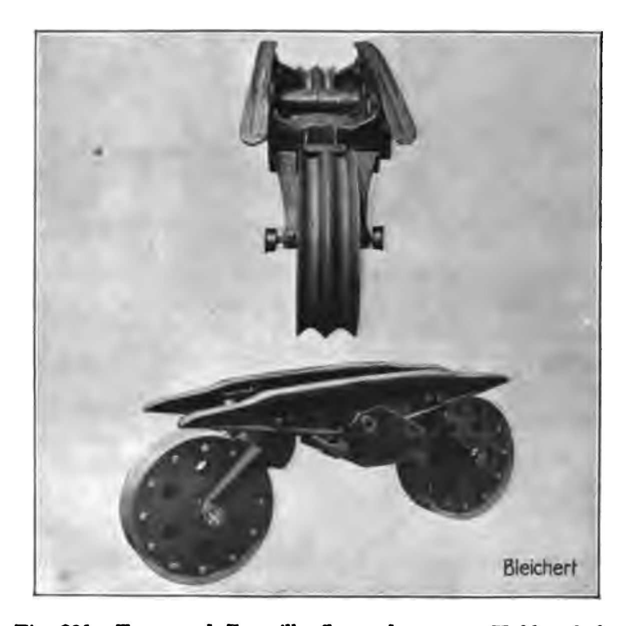


Fig. 281. Trag- und Zugseillauflager der neuen Kohlererbahn.

des Wagens entgegenzuwirken, ist noch eine Dämpfungsbremse vorgesehen.

Die am Wagenlaufwerk, das Fig. 284 veranschaulicht, angebrachten Sicherheitsvorrichtungen müssen in folgenden Fällen sicher wirken: beim Riß eines oder beider Zugseile, bei Überschreitung der zulässigen Fahrtgeschwindigkeit, bei Hindernissen auf der Strecke, wenn z. B. größere Baumzweige auf die Tragseile gefallen sind, schließlich beim Versagen des Antriebes, wo der Wagen auf der Strecke liegen bleibt.

Für die drei ersten Fälle ist eine doppelte Fangvorrichtung in das Laufwerk eingebaut, deren jede aus zwei Klemmen besteht, deren stählerne Backen im Fall der Gefahr durch Federkraft gegen die Tragseile gepreßt werden, wobei die Reibung zwischen den Backen und den



Fig. 282. Wagen der neuen Kohlererbahn.



Fig. 283. Stahlgehänge der Wagen der neuen Kohlererbahn.

Seilen den Wagen festhält. Für den Fall, daß einmal eine Feder im entscheidenden Augenblick versagen könnte, ist jede Klemmbacke von zwei Federn abhängig gemacht worden. Die Zug- und Ballastseile greifen nun an Hebeln an (Fig. 285), durch die festgelagerte Gegendruckfedern zurückgehalten werden. Läßt nun der Seilzug an irgendeiner Stelle nach, so schlägt die Gegendruckfeder vor und preßt vermittels der Rollen *n* und der Hebel *h* die Preßstücke *i* vor, die ihrerseits die Fangbacken gegen die Tragseile drücken. Gleichzeitig wird selbsttätig die Verriegelung der Hilfsfedern ausgelöst, die durch Vermittlung eines Preßkeiles die Preßstücke *i* vortreiben und so die Fangvorrichtung unabhängig von den Gegendruckfedern einrücken. Die Wirkung



Fig. 284. Laufwerk der Wagen der neuen Kohlererbahn.

dieser Fangvorrichtung ist eine derart große, daß bei angestellten Versuchen das Laufwerk nach dem absichtlichen Kappen der Zugseile im ganzen nur 50 mm zurückfiel und dann festgebremst war, während z. B. Standseilbahnen Bremswege von $^1/_2$—$2^1/_2$ m haben. Die Fangvorrichtung wird ferner durch eine Schleuderbremse in Tätigkeit gesetzt, sobald die zulässige Fahrtgeschwindigkeit des Wagens überschritten wird. Schließlich kann noch der Wagenführer die Bremsung durch einen Seilzug jederzeit einleiten. Die Lösung erfolgt vom Führerstand aus einfach durch Ziehen an einem dort angebrachten Handgriff.

Die doppelte Ausführung der Bremsen wurde hauptsächlich deshalb vorgenommen, weil eine derselben sich möglicherweise gerade im

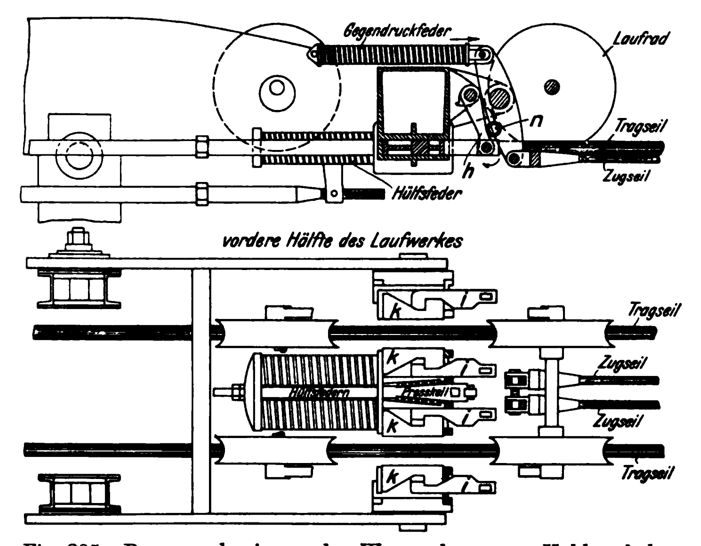


Fig. 285. Bremsmechanismus der Wagen der neuen Kohlererbahn.

Augenblick des Bremsens über einem Auflagerschuh oder einer Seilkupplung, die die einzelnen Seilabschnitte miteinander verbindet (Fig. 206), befinden kann und dann nicht fest schließt. In dem Fall steht aber die zweite Fangvorrichtung unter allen Umständen auf dem runden Seil und hält den Wagen mit Sicherheit fest, da jede allein für die volle Leistung bemessen ist.

Für den letzten Fall, daß einmal ein Wagen infolge irgendeiner Störung im Antrieb zu lange auf der Strecke bleiben muß, ist in jeder Kabine unter der Decke ein Haken angebracht, an dem mittels einer Leine, die durch eine Bremsöse gezogen ist, ein aus Segeltuch hergestellter Korb mit steifem Boden durch den Fußboden der Kabine mit je einer Person herabgelassen werden kann. Die ganze Vorrichtung ist zusammenlegbar und wird unter der Decke in einem Glaskasten

direkt über der Klappe im Fußboden aufbewahrt. Allerdings dürfte sie wohl kaum jemals Anwendung finden, da in der Antriebsstation eine Hilfswinde vorhanden ist, die von Hand betätigt wird und den Wagen in die Höhe zieht, wenn die elektrische Einrichtung versagen sollte. Außerdem ist diese verhältnismäßig einfache Einrichtung des Rettungssackes wohl nur in Fällen wie dem vorliegenden brauchbar, wo sich der feste Erdboden immer nur wenige Meter unter dem Wagenfußboden befindet (vgl. das Profil Fig. 279).

Um bei Verkehrsstörungen einen telephonischen Verkehr zwischen dem Wagenführer und den Stationen zu ermöglichen, braucht der Wagenführer nur eine Stange über den in Höhe der Wagenbordwand verlegten Telephondraht zu hängen, wodurch selbsttätig sofort das Haltesignal gegeben wird, nach dessen Abstellung die telephonische Verständigung erfolgen kann.

Der Antrieb der Personenschwebebahnen findet stets von der oberen Station aus statt und zwar mit Hilfe von Elektromotoren. Falls dafür nur Wechsel- oder Drehstrom zur Verfügung steht, wird er in Gleichstrom von 220 Volt umgewandelt, um eine Pufferbatterie verwenden zu können, so daß also dem Wechselstromnetz trotz der Schwankungen des Strombedarfes des Antriebsmotors immer die mittlere Strommenge gleichmäßig entnommen wird. Die Batterie hat ferner den Zweck, den regelmäßigen Betrieb der Bahn auch dann noch aufrecht zu erhalten, wenn einmal die Stromlieferung aus irgendeinem Grunde unterbrochen sein sollte, und wird entsprechend groß bemessen.

Der Motor ist ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor, dessen Anlasser beim Einlaufen des Wagens in die Endstation zwangläufig auf Halt gestellt wird, falls sich wie z. B. auf der Kohlererbahn nur ein Wagen auf jeder Seite der Bahn befindet. An Sicherheitsvorkehrungen sind in der Station eine Hand- und eine selbsttätige Bremse vorgesehen. Die letztere tritt sofort in Tätigkeit beim Bruch eines oder beider Zugseile, beim Bruch eines Tragseiles, beim Überfahren der Endstellung des Wagens, bei Überschreitung der zulässigen Fahrtgeschwindigkeit, beim Ausbleiben des Betriebsstromes für den Motor, und schließlich, wenn der Maschinist im Fall des Versagens der im gewöhnlichen Betrieb benutzten Handbremse einen dafür vorgesehenen Handschalter ausrückt. Zum Wiederlüften der Bremsen benutzt der Maschinist ein Handrad. Einen Blick auf das gesamte Antriebsvorgelege usw. veranschaulicht Fig. 286.

Da diese Bergschwebebahnen wohl immer über fast unzugängliche Teile des Gebirges geführt werden, so ergeben sich naturgemäß große Schwierigkeiten für die Heranschaffung aller für die Stützen benötigten Baumaterialien, ferner haben die Arbeiter unter Umständen lange Umwege zurückzulegen, ehe sie an ihre Arbeitsstelle gelangen. Um

allen diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, baut die Firma Adolf Bleichert & Co. jetzt solche Anlagen etappenweise mit Hilfe einer besonderen Montageseilbahn auf. Ist eine neue Stütze aufgestellt, so wird darüber provisorisch ein Seil verlegt, das sich an den vorhergehenden Abschnitt der Bahn anschließt und so die Montagebahn um eine Etappe vorgerückt. Die Arbeiter werden darauf vor Beginn

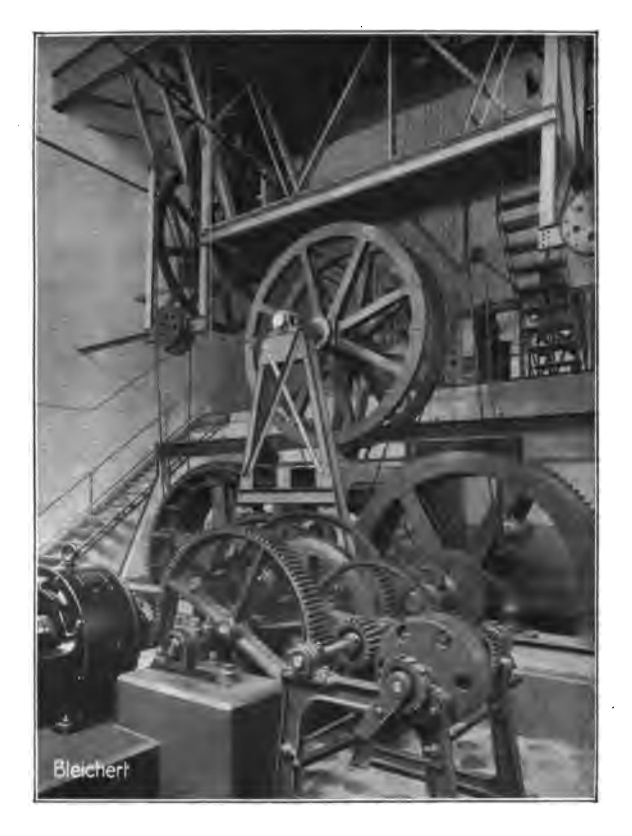


Fig. 286. Einblick in die Antriebsstation der neuen Kohlererbahn.

ihrer Schicht zur Arbeitstelle befördert und am Schluß derselben wieder zurück, ebenso werden alle Baumaterialien darauf bis zur letzten Stütze geschafft, so daß es nur geringer Transportwege auf dem schwierigen Gelände bis zur nächsten Stütze bedarf.

Man erkennt, daß gerade für steile und sonst nahezu unzugängliche Gipfel die Schwebebahnen das beste Transportmittel sind, da außer ihnen nur noch Tunnelbahnen, wie z. B. die Jungfraubahn, mit ihren enormen Baukosten in Frage kommen.

Die Vorzüge der Drahtseilschwebebahnen gegenüber den Standseilbahnen liegen darin, daß das Gelände in keiner Weise verändert wird, also teure Kunstbauten zur Überbrückung von Schluchten und Einschnitte in Terrainerhebungen wegfallen, die bei Standbahnen nötig werden, weil sie nur wenige nicht zu schroffe Gefällwechsel aufweisen dürfen. Außerdem erfordert bei ihnen die sichere Lagerung der Schienen erhebliche Kosten für die Befestigung der Schwellen usw. Demgegenüber brauchen die Schwebeseilbahnen nur die Fundamente für die verhältnismäßig wenigen Stützen, die in ziemlich leichter Eisenkonstruktion gehalten sind und bei passender Wahl des Anstriches sich kaum vom Hintergrund abheben, also das Landschaftsbild in keiner Weise verderben, während die breite geradlinige Schienenstraße in Gegenden, die hauptsächlich ihrer landschaftlichen Reize wegen aufgesucht werden, direkt schädigend wirkt. Die Anlage- und Betriebskosten der Standbahnen sind aus dem erstgenannten Grunde auch wesentlich höher als die der Schwebebahnen.

